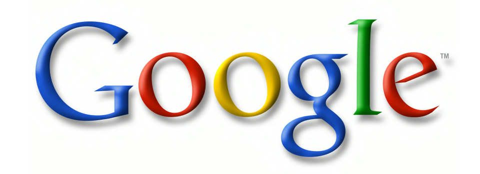
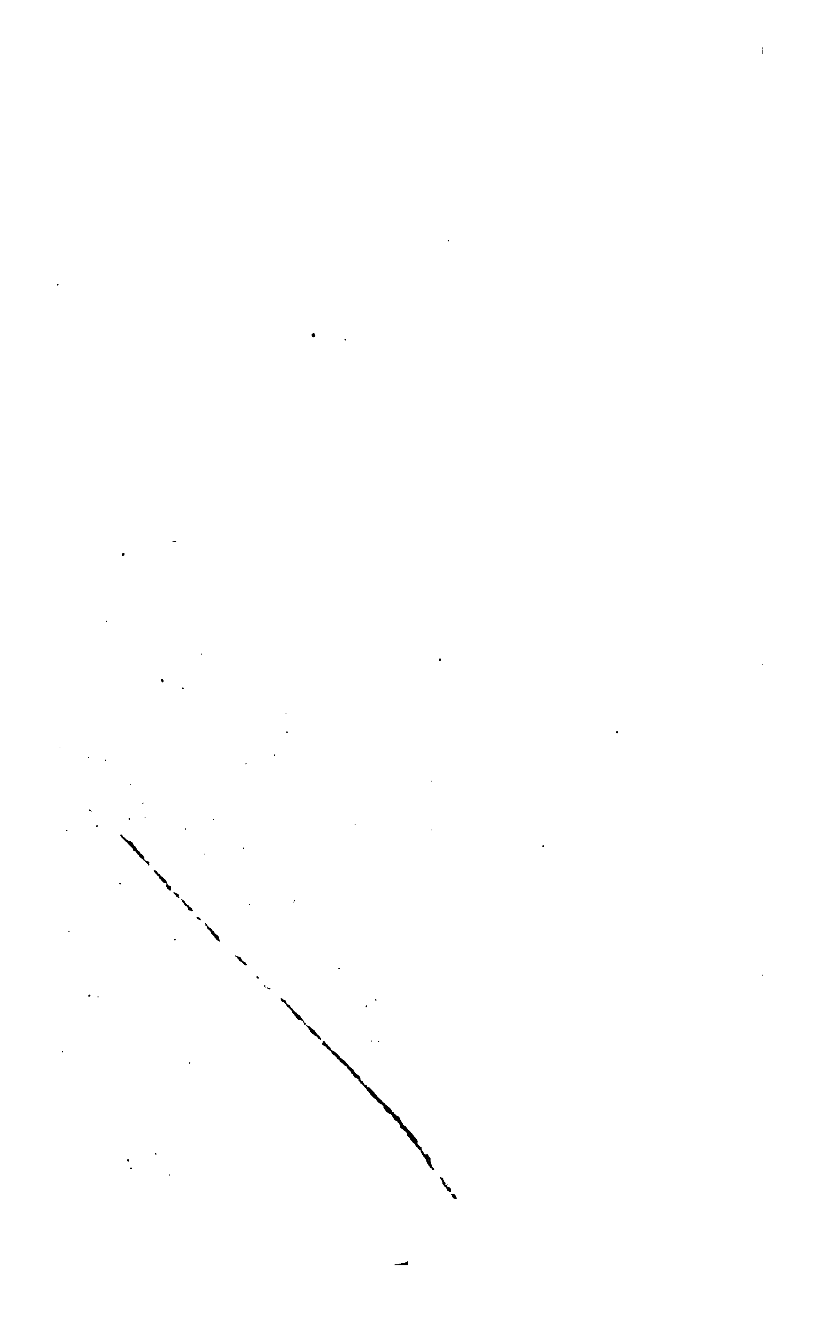












Neuer

Schauplatz der Künste und Handwerke.

Mit
Berücksichtigung der neuesten Erfindungen.

Herausgegeben
von
einer Gesellschaft von Künstlern, Technologen und Professionisten.

Mit vielen Abbildungen.



Hundertneunundfunfzigster Band.

Grouvelle's Dampfmaschinen. Zweiter Theil.

Weimar, 1852.
Verlag, Druck und Lithographie von B. Fr. Voigt.

Handbuch

über den

Bau, die Aufstellung, Behandlung, Bedienung, Heizung, Abwartung und Conservirung

der

Dampfmaschinen.

Für Maschinenbauer, Maschinenbesitzer, Maschinenbeamte, Maschinenwärter 2c.

Nach

den französischen Werken von Grouvelle und Jaunez und von Jullien sowie nach andern guten Hülfsmitteln bearbeitet

von

Carl Hartmann.

In zwei Theilen.

Mit einem Atlas von 42 lithograph. Planotafeln.

Zweite ergänzte, um 8½ Bogen Text und 3 Tafeln vermehrte, um 3 Thlr. wohlfeilere Ausgabe.

Zweiter Theil.

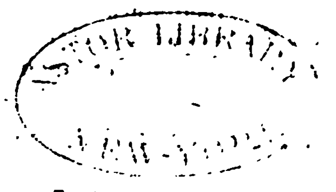
Mit 24 Planotafeln.

(Einzeln kostet jeder der beiden Theile jetzt nur 3 Thlr.)

Weimar, 1852.

Verlag, Druck und Lithographie von B. Fr. Voigt.

36



Inhaltsverzeichniß.

Vierter Abschnitt.

* *

Seite.

Anhang zum vierten Abschnitt

Wartung und Reparatur der Dampfmaschinen

Anhänge.

ße der zu übertragenden Kraft Veranlassung giebt, bildet die verschiedenen Einrichtungen der Dampfmaschinen. Man nennt sie specielle Zusammensetzung.

Die Zusammensetzung, welche eine Folge der verschiedenen Zustände ist, in denen der Dampf wirkt, bildet die verschiedenen Gattungen von Dampfmaschinen! Man nennt sie die secundäre Zusammensetzung.

Allgemeine Zusammensetzung.

Wir betrachten drei Hauptarten von unmittelbarer Anwendung von der Triebkraft des Dampfes, nämlich:

1. Zur Ueberwindung eines unterbrochenen Widerstandes.
2. Zur Bewegung einer Stange, die ununterbrochenen Widerstand leistet.
3. Zur Drehung einer Welle.

Diese drei Arten der Anwendung bilden drei große Hauptarten oder Systeme von Dampfmaschinen, nämlich:

Die einfach wirkenden.
Die doppelt wirkenden, ohne Rotation.
Die doppelt wirkenden, mit Rotation.

Die einfach wirkenden Maschinen dienen entweder zur Wasserhebung oder zur Bewegung von Werkzeugsmaschinen, wie Hämmer, Scheeren, Durchschläge, Durchschnitte rc.

Die doppelt wirkenden Dampfmaschinen ohne Rotation dienen im Allgemeinen zur Bewegung der Gebläsekolben für Hohöfen, Kupolöfen, Frischfeuer, Schmiedefeuer rc., oder der Luftpumpen- oder Luftsauger-Kolben für atmosphärische Eisenbahnen.

Die doppelt wirkenden Maschinen mit Rotation dienen zu nachstehenden Leistungen: 1. Zur Bewe-

gang der in dem [illegible]
zeugs- oder Arbeitsmaschinen, [illegible]
Kraft des Kolbens durch [illegible]
talen Welle und Räderwerk [illegible]
telst einer gekröpften oder [illegible]
Welle oder Achse zur Bewegung [illegible]
einer Schraube, [illegible]
3. Endlich mittelst einer [illegible]
beln zur Bewegung [illegible]
hinlänglich bekannt [illegible]
[illegible] zu haben, [illegible]
welcher sich der Bewegung [illegible]
Eisenbahn entgegensetzt.

Es folgt daraus, daß [illegible]
der verschiedenen [illegible]
Benutzungen Veranlassung geben. [illegible]
arten von Dampfmaschinen [illegible]
zerfallen, nämlich:

Einfach wirkende [illegible]

Doppelt wirkende [illegible] Rotation. [illegible]

Doppelt wirkende mit Rotation. [illegible]

[illegible]

Die Kraft der Dampfmaschinen [illegible]
bis 100,000 Kilogrammen [illegible]
mittelst eines [illegible]
Apparate.

Die Anzahl der [illegible]
den Kräfte, [illegible]
läuft sich auf [illegible] 41 [illegible]
Klassen zerfallen, nämlich:

1.	Klasse	von	20	bis	300	Kilogr.	in der Sec.
2.	=	=	300	=	900	=	=
3.	=	=	900	=	2000	=	=
4.	=	=	2000	=	4000	=	=
5.	=	=	4000	=	8000	=	=
6.	=	=	8000	=	40000	=	=
7.	=	=	40000	=	100000	=	=

Für eine jede von diesen Klassen giebt es eine oder mehrere Einrichtungen, welche zweckmäßiger als alle andern sind.

System nennt man die Ausführung einer Einrichtung, welche einem Maschinenbauer eigenthümlich ist.

Secondäre Zusammensetzung.

Wir haben bereits an andern Stellen dieses Werks bemerkt, daß es vier Zustände gäbe, in welchen der Dampf wirken könne:

1. Ohne Expansion und mit Condensation.
2. Ohne Expansion und Condensation.
3. Mit Expansion und Condensation.
4. Mit Expansion und ohne Condensation.

Diese vier Zustände des wirkenden Dampfes bilden die vier Gattungen, nach denen die verschiedenen Arten und Einrichtungen der oben aufgeführten Maschinen, mehr oder weniger zweckmäßig ausgeführt werden, und welche wir nun nacheinander und je nach ihrer Wichtigkeit kürzer oder weitläuftiger betrachten werden.

I. Einfach wirkende hydraulische oder Wasserhebungs-Dampfmaschinen.

Wird die Dampfkraft zu Wasserhebung angewendet, so dient die Maschine im Allgemeinen zur Bewegung von Pumpen.

Wenn die zu übertragende Kraft nicht bedeutend ist, so wird die Bewegung dieser Pumpen häufig durch eine Rotationsbewegung bewirkt. Ist aber diese Kraft

bedeutender als [illegible]
es zweckmäßig, [illegible]
mittelbar auf die [illegible]
diese letztern [illegible]
angewendeten [illegible]
sein.

Man [illegible]
lische oder [illegible]
wollen wir [illegible]

Die Theorie der [illegible]
dieselbe wie die [illegible]
Arbeit [illegible]
ter Kolbenhube.

Wenn man [illegible]
anwendet, so [illegible]
lich:

1. In welchem [illegible]
sind.
2. In welchem [illegible]
[illegible]

Wenn die [illegible]
besteht die [illegible]
1. dem [illegible]
[illegible]
2. dem Gewichte [illegible]

In diesem [illegible]
gen nur durch [illegible]
nieder. [illegible]
nothwendigen [illegible]
anlassen, [illegible]
zuge eine [illegible]

Damit das [illegible]
Stangen nicht [illegible]
derliche Last sei, [illegible]
Ende eines Balanciers [illegible]
mit einem Gegengewichte [illegible]

Diese Pumpen sind daher bei tiefen Schächten nicht zweckmäßig, indem alsdann Kolben und Gestänge ein bedeutendes Gewicht haben.

Jedoch ist man zu ihrer Benutzung genöthigt, wenn auch nicht für die ganze Teufe des Schachts, doch wenigstens für die untersten Sätze, welche leicht in die Gefahr gerathen können, zu ersaufen, d. h. unter Wasser gesetzt zu werden, indem Druckpumpen sich alsdann nicht repariren lassen.

Sind die Pumpen oder sogenannten Kunstsätze Saug- und Druckpumpen, so besteht die zu hebende Last nur in den Gestängen und Pumpenkolben.

In diesem Falle wird die Hebung des Wassers in den Steigeröhren, sowie der Niedergang der Gestänge, durch das Gewicht dieser Stücke bewirkt. Ist dasselbe aber nicht bedeutend, ein Fall, der übrigens nur selten vorkommt, so braucht man an dem Schachtgestänge nur einige gußeiserne Gewichte anzubringen. Ist es dagegen, was aber stets vermieden werden muß, zu bedeutend, so bringt man am andern Ende des Balanciers Gegengewichte an.

Zur Wasserhaltung in Bergwerken sind daher diese Pumpen die zweckmäßigsten, weßhalb man sie auch am häufigsten und nur für die tiefsten Sätze Saugpumpen anwendet.

Da die Wasserhebungs-Dampfmaschinen zu den obigen drei letzten Klassen gehören, so ist es im höchsten Grade wichtig, ihnen alle Einrichtungen zu geben, welche Ersparung beim Dampfverbrauch veranlassen können, indem der Brennmaterialverbrauch bedeutend ist. Auch arbeiten alle diese Maschinen mit Expansion und Condensation; mit Expansion, weil man diese Art der Vertheilung bei allen Maschinen anwenden kann; mit Condensation, weil einer Maschine, deren Zweck Wasserhebung ist, dasselbe nicht fehlen kann.

Man ist daher dahin gelangt, bei den Wasser-

hebungsmaschinen in Cornwall und bei denen anderer Berg- und Wasserwerke, welche nach diesen Principien construirt worden sind, auf die Pferdekraft und in der Stunde, höchstens nur 2 Kilogr. Steinkohle zu verbrennen, während Maschinen von anderer Construction und Benutzung des Dampfes, durchschnittlich 4 Kilogr. verbrennen und dieser Verbrauch zuweilen auf 6 Kilogr. sich erhebt.

Die Fortpflanzung der Bewegung des Triebkolbens auf die Pumpenstangen wird auf dreierlei Hauptweisen bewirkt, nämlich:

1. Mittelst eines geraden Balanciers.
2. Mittelst eines Winkel-Balanciers oder sogenannten Kreuzes.
3. Ohne Balancier.

1. Wasserhebungs-Dampfmaschinen mit geradem Balancier.

Es sind die nach diesem Princip oder System construirten Wasserhebungs-Dampfmaschinen die wichtigsten und die einzigen, welche da, wo große Kraft erforderlich ist, angewendet werden. Sie sind auch am besten zur Condensation geeignet, da die Pumpen, die dazu erforderlich sind, sich auf diese Weise am leichtesten in Bewegung setzen lassen.

Wir wollen hier drei verschiedene Maschinen dieser Art mit Hülfe der Tafeln XVII (Fig. 23 bis 28), XIX, XX, XIX und XXII (Fig. 1 bis 5) genau beschreiben.

Die Cornwallschen Dampfmaschinen haben schon seit einer Reihe von Jahren das Interesse der Techniker in hohem Grade in Anspruch genommen, da sie, wie bemerkt, nicht allein die von Watt und Boulton erbauten, sondern überhaupt alle zum Fördern

des Wassers aus Gruben 2c. angewendeten Systeme an Nutzeffect bei weitem übertreffen.

Auf Veranlassung der East-London-Waterworks-Compagny hat der bekannte Ingenieur Th. Wicksteed mit großer Sorgfalt Versuche mit einer Cornwall'schen und einer Boulton- und Watt-schen Maschine und deren Kessel, welche zum Betriebe genannter Wasserwerke dienen, angestellt, und seine hierbei gemachten Erfahrungen sind in folgender Schrift: An experimental inquiry, produced by the Cornish and Boulton and Watt Pumping Engines cylindrical and waggonshead boilers. London 1841 zur Oeffentlichkeit gelangt.

Aus diesem Werke, sowie aus den dasselbe begleitenden trefflichen Abbildungen von Gladwin, entlehnen wir mittelst der „Verhandlungen des Gewerbevereins für das Großherzogthum Hessen," 3. Lieferung, 1847, das Folgende und fügen aus den höchst interessanten Untersuchungen, welche nicht allein über die Cornwall'schen Pumpmaschinen und ihren Werth im Vergleich zu denen von Boulton und Watt, sondern auch über Expansionsmaschinen überhaupt viel Licht verbreiten, die Hauptresultate bei.

Die Beschreibung und Abbildung einer zweiten, einer Wasserhaltungsmaschine in Schottland, mit sehr schönen Abbildungen nach J. Milne, entlehnen wir aus dem Werke von Nottebohm, und die einer dritten, welche in Holland benutzt wird, nach dem Civil-Engineer and Architects Journal 1847, aus dem Polytechn. Centralblatte.

Cornwall'sche Dampfmaschine zu Old Ford in London.

(Nebst den Tafeln XVII und XIX.)

Zur Erzeugung des Hochdruckdampfes für die vorhergehende Maschine dienen 4 cylindrische Kessel

(s. Taf. XVII. Fig. 23 und 24), [illegible] von 48 Tonnen; zur Erzeugung des [illegible]pfes der Boulton- und Watt-Maschine 1 Kessel von der gewöhnlichen Kofferform und von nur [illegible] Tonnen Gewicht. Erstere verdampfen (bei ruhiger Verdampfung) 46,9 Cubikfuß Wasser, letztere hingegen 54,5 Cubikfuß. (Uebrigens verweisen wir auf Bd. I, Seite 124 ɪc.)

Folgende Tafel giebt einige Verhältnisse zur Kessel in engl. Maßen.

Form der Kessel.	I. Erhitzte Kesselfläche.	II. Wasser-inhalt.	III. Dampf-raum.	IV. Ganze Rostfläche.	V. Luftraum zwischen den Roststäben.	VI. Direct über d. Feuer er-hitzte Fläche.	VII. Länge der Züge.
	□'	Cubikfuß.	Cubikfuß.	□'	□'	□'	Fuß.
4 cylindrisch . .	3192	1747	527	1, 79,	16,95	137,28	332,47
				2, 76,25	16,26	132,50	
				3, 68,61	14,40	119,24	
1 kofferförmig . .	588	457	347	67,26	3,73	40,42	78,00

Bei den cylindrischen Kesseln wurde bei drei Versuchen die Länge des Rostes geändert, weßhalb die Columnen IV., V., VI. 3 verschiedene Werthe erhalten haben.

Die Versuche ergaben, daß unter gleichen Umständen bei den 4 cylindrischen Kesseln mit langsamer Verbrennung in 1 Stunde 1 Cubikfuß Wasser von 80° durch 7,33 Pfund Kohlen verdampft wurden, während zu der nämlichen Leistung der kofferförmige bei rascher Verbrennung 7,39 Pfund Kohlen erforderte, und daß der Unterschied des durch beide Kesselsysteme hervorgebrachten Effects ohngefähr 0,9 Procent zu Gunsten der vorhergehenden Maschine ergab.

In Bezug auf die Maschinen selbst findet Wiksteed, daß der durch die vorhergehende Maschine hervorgebrachte Nutzeffect gleich ist einer Leistung von 97,146,268 Pfd. auf 1 Fuß Höhe gehoben, bei einer Consumtion von 1 Ctr. (= 112 Pfund) Newcastle-Kohlen, oder = 108,198,102 Pfund bei 1 Centner bester Welsh-Kohlen; der Nutzeffect der Boulton- und Watt-Maschine hingegen nur 42,847,548 Fußpfund durch 1 Ctn. Newcastle-Kohlen, oder 47,718,084 durch 1 Ctr. bester Welsh-Kohlen. Es beträgt demnach der Nutzeffect der Maschine das 2¼fache der Boulton- und Watt-Maschine.

Die einzelnen Ursachen, wodurch der so bedeutende größere Nutzeffect der Ersteren herbeigeführt wird, führt Wiksteed detaillirt an; sie bestehen in Folgendem:

1. Der Cylinder der Cornwall'schen Maschine (Nr. I.) hat in Bezug auf die Kessel eine solche Stellung, daß der im Mantel condensirte Dampf in den Kessel zurückfließen kann, was bei der Boulton- und Watt-Maschine (Nr. II.) nicht der Fall ist; hierdurch haben letztere 1,7 Procent weniger Nutzeffect.

2. Der Raum, welcher sich über dem Kolben in seinem höchsten Stand und in den Dampfzuleitungscanälen befindet — der sogenannte schädliche Raum — beträgt bei Nr. I. $\frac{1}{20}$ des Raums über dem Cylinder in seinem tiefsten Stande, bei Nr. II. hingegen $\frac{1}{8}$. Hierdurch entsteht für Letztere ein Mehrverlust von 4,5 Procent.

Der sub 1 und 2 angeführte Mehrverlust beträgt zusammen beinahe 6 Procent; es würde also, wenn die Anordnung in Bezug auf beide Puncte bei Nr. II. ebenso wie bei Nr. I. wäre, Erstere statt einer Leistung von 42,847,598 Fpfd. dadurch eine solche von 45,418,453 Fpfd. haben (nämlich 100 : 106 = 42,847,598 : 45,418,483).

3. Eine weitere Ursache liegt ferner in dem Unterschied der Widerstände, welche der Dampfkraft bei der einen und der andern Maschine entgegenstehen. Die Widerstände (auf die Kolben reducirt) sind für beide Maschinen in nachstehender Tafel speciell aufgeführt.

Zu überwältigende Widerstände.	Nr. I. Cornwall'sche Maschine.						Nr. II. Boulton und Watt-Maschine.	
	Beim Beginn des Hubs.		Am Ende des Hubs.		Durchschnittlich.		Durchschnittlich.	
	Ganze Belastung in Pfd.	Pf. p. □'' auf den Kolben.	Ganze Belastung in Pfd.	Pf. p. □'' auf den Kolben.	Ganze Belastung in Pfd.	Pf. p. □'' auf den Kolben.	Ganze Belastung in Pfd.	Pf. p. □'' auf den Kolben.
Uebergewicht am äußeren Ende des Balanciers	55401	11,037	55401	11,037	55401	11,037	5956	2,120
Wasserlast, welche durch die Maschine gehoben wird	1804	0,359	6146	1,284	4125	0,821	25942	9,285
Kaltwasserpumpe	186	0,037	186	0,037	186	0,037	294,5	1,104
Heißwasserpumpe	3	—	9	—	6	—	63,5	0,019
Luftpumpe	86	0,017	6720	1,338	591	0,117	0	0
Reibung	1009	0,200	1009	0,200	1009	0,200	1859	0,488
Unvollkommen luftleerer Raum	3664	0,730	3664	0,730	3664	0,730	1376	0,490
Total	62153	12,380	7[illegible]435	14,626	64982	12,942	34981,0	12,461

Der Druck der durch die Cornwall'sche Maschine wirklich gehobenen Wassersäule, auf den Dampfkolben reducirt, ist = 11,09 Pfd. per □'', und deßhalb der Nutzeffect 85,7 Proc. (nämlich 12,94 : 11,09 = 100 : 85,7), oder mit Ausschluß der unvollkommenen Luftleere = 90,8 Procent.

Bei der Boulton- und Watt-Maschine ist der durch die Wassersäule entstehende Gegendruck auf 1 □'' Kolbenfläche = 9,23 Pfd., also der Nutzeffect = 74 Proc. (nämlich 12,451 : 9,23 = 100 : 74), oder mit Ausschluß des unvollkommenen luftleeren Raumes = 77 Procent. Diese Verschiedenheit des Nutzeffects ist bloß in der Verschiedenheit des Arrangements beider Maschinen begründet. Wäre die Boulton und Watt-Maschine ebenso wie die Cornwall'sche angeordnet, so würde ihre Wirkung sich von 45,418,453 Fußpfund auf 53,340,848 Fußpfund per 1 Ctr. Kohlen erhöhen.

4. Dieser Effect von 53,340,848 Fußpfund verhält sich aber zu dem der Cornwall'schen Maschine, nämlich zu 97,146,268 Fußpfund, wie 100 zu 182, welcher beträchtliche weitere Vortheil aus der größeren Expansion des Dampfes bei den Cornwall'schen Maschinen entspringt.

Beschreibung der Maschine.

Tafel XIX.

Längendurchschnitt der Cornwall'schen Maschine, des Maschinenhauses, und eines Theils der Wasserleitung.

A der Cylinder.

B das Dampfrohr.

a Das Steuerungsventil zur Regulirung der Dampfzuführung von dem Kessel.

Der Dampf dehnt sich beim Durchgang durch das Ventil, welches die gewöhnliche conische Form hat, aus. Dieses ist durch ein System von Stangen und Hebeln mit einer, an der Vorderseite des Cylinders befindlichen Schraube verbunden, an welcher eine Kurbel angebracht ist, die durch den Maschinisten gehandhabt wird; auf diese Art kann die Zuführung des Dampfes mit Genauigkeit regulirt werden.

b Das Dampfventil; dessen Form wurde durch Hornblower erfunden und nachher durch Woolf verbessert; man nennt sie doppelsitzig.

Dieses Ventil erfordert um es zu öffnen, viel weniger Kraft, als das gewöhnliche conische Ventil, und wird in den Cornwall'schen Bergwerken allgemein angewendet.

c der Dampfkanal;

d d der Kolben mit Hanflieberung;

e die Kolbenstange;

f deren Stopfbüchse.

Die Füllung (Dichtung) der Stopfbüchse ist in zwei Schichten getheilt, welche durch einen doppelten Messingring getrennt, gehalten werden, so daß ein Raum zwischen beiden Schichten bleibt. Diese Kammer communicirt durch ein kleines Kupferrohr mit dem Mantel des Cylinders, wodurch sie beständig mit Dampf erfüllt gehalten wird. Der Zweck dieser Anordnung ist, dem Eindringen der Luft in den Cylinder vorzubeugen, wenn die Dichtung der Stopfbüchse mangelhaft ist.

g der Cylinderdeckel;

h h ein falscher Deckel; der Raum zwischen diesem und dem Cylinderdeckel ist mit Asche ausgefüllt, um dem durch Ausstrahlung verursachten Wärmeverlust vorzubeugen;

i i Dampfmantel um den Cylinder;

j ein Zweigrohr des Dampfrohrs, wodurch dem Mantel Dampf zugeführt wird;

k Ablaufröhre, welche mit den Kesseln (deren obere Theile tiefer als der Boden des Cylinders liegen) communicirt, und durch welche der condensirte Dampf, der sich etwa im Mantel bildet, zum Kessel zurückfließt;

l l hölzernes Gehäuse um den Dampfmantel des Cylinders und die Dampfbüchsen,

m m Asche zwischen dem Mantel und dem hölzernen Gehäuse, um dem Verlust durch Wärmeausstrahlung vorzubeugen;

n Cylinderboden. Man beabsichtigte ursprünglich, ihn mit dem Dampf im Mantel in Verbindung zu setzen; allein das Verbindungsrohr wurde abgeschlossen, da es zwecklos erschien, den Boden des Cylinders einer einfach wirkenden Maschine zu erhitzen.

p der Aequilibriumcanal;

q das Aequilibriumventil mit Doppelsitzform;

r das Aequilibriumrohr, welches mit dem oberen und unteren Theil des Cylinders communicirt.

Es ist ersichtlich, daß das Ventil am oberen Theil des Rohrs angebracht ist, statt am Boden, wie gewöhnlich bei den Pumpmaschinen.

s der Ausblasecanal,

t das Ausblaseventil mit Doppelsitz,

u das Ausblaserohr, welches mit dem Condensator in Verbindung steht;

v v die Steuerungsstange zur Bewegung des Ventilhebels;

w einer der Katarakte;

x x Ansätze oder Nasen an der Steuerungsstange, zur Bewegung der Katarakthebel.

Die Ventile werden durch Katarakte in Gang gesetzt, durch welche Einrichtung die Anzahl der Hübe der Maschine regulirt wird. Die Katarakte selbst

werden durch die Maschine in Thätigkeit gesetzt. Der niedergehende Hub geht folgendermaßen vor sich. Nachdem die Maschine den aufwärtsgehenden Hub vollendet hat, bleibt sie in Stillstand, bis die Kataraktstange, welche das Dampfventil öffnet, beinahe die Grenze ihres aufwärtsgehenden Hubs erreicht hat. Der Hebel eines Sperrkegels, welcher einen Sector an einer horizontalen Achse n' in einer solchen Stellung hält, daß das Dampfventil geschlossen ist, wird alsdann durch die Stange gehoben, und das Ventil augenblicklich durch den Fall des Gewichts w' geöffnet. Das Ventil bleibt geöffnet, bis der Kolben ungefähr ein Drittel seines Hubs gemacht hat, in welchem Moment es alsdann plötzlich durch die Nase geschlossen wird, welche bei dem Niedergang der Steuerungsstange, an welcher sie befestigt ist, in Berührung mit den gekrümmten Hebeln b' kommt. Letztere communicirt durch ein System von Stangen und Hebeln mit der Stange des Dampfventils b.

Das Ventil wird in seiner erhobenen Stellung durch den Sperrkegel erhalten, bis es durch den Katarakt wieder gelös't wird. Hiernach ist ersichtlich, daß das Ventil durch die Wirkung des Katarakts geöffnet und durch die des Balanciers geschlossen wird. Der Theil des Hubs, bei welchem die Absperrung geschieht, wird durch die Stellung der Nase a' an der Steuerungsstange regulirt, welche in der erforderlichen Stellung vermittelst Stellschrauben befestigt wird. Wenn die Nase in einer höheren Stellung an der Stange befestigt ist, als die in der Zeichnung dargestellte, so muß die Steuerungsstange tiefer niedergehen, ehe die Nase in Berührung mit dem gekrümmten Hebel b' kommt, und folglich wird das Dampfventil während eines größeren Theils des Hubs offen bleiben, oder mit andern Worten: die Maschine wird mit weniger Expansion wirken. Wenn aber andrerseits die Nase

a' in einer niedrigeren Stellung befestigt wäre, als die in der Zeichnung dargestellte, so würde sie beim Niedergang des Kolbens eher in Berührung mit dem gekrümmten Hebel b' kommen, folglich auch das Dampfventil früher geschlossen werden, und die Maschine würde mit mehr Expansion arbeiten.

Ganz kurze Zeit vor der Oeffnung des Dampfventils wird das Ausblasventil t geöffnet, und zwar durch den nämlichen Katarakt in derselben Art; es wird kurz vor Beendigung des niedergehenden Hubs durch das Niedergehen der Nase c' auf den gekrümmten Hebel e' geschlossen.

Wenn das Dampfventil geschlossen ist, so wird der übrige Theil des Kolbenhubs durch die Expansion des im Cylinder abgesperrten Dampfes vollendet. Am Ende des Hubs, und nach dem Schluß des Ausblasventils, wird das Equilibriumventil q durch seinen Katarakt geöffnet, und da auf diese Art eine freie Communication zwischen dem oberen und unteren Theil des Cylinders hergestellt wird, so dringt der Dampf durch das Equilibriumrohr unter den Kolben. Auf beiden Seiten des Kolbens hält sich nun der Dampfdruck im Gleichgewicht, und das Uebergewicht am äußeren Ende des Balanciers nöthigt den Kolben zu steigen.

Auf diese Weise wird der zurückgehende Hub vollendet, wobei das Equilibriumventil kurz vor Beendigung desselben durch die Nase d' geschlossen wird, indem dieselbe bei ihrem Aufwärtssteigen an den gekrümmten Hebel f' stößt. Die krummen Hebel e' und f' dienen als Griff, welche zur Bewegung der Equilibrium- und Ausblasventile beim Anlassen der Maschine nöthig sind. Das Dampfventil kann durch Heben der Kataraktstange geöffnet werden.

C der Condensator.

D die Luftpumpe.

a'' deren Saugventil.

b'' b'' der Kolben.

c'' die Luftpumpenstange.

d'' ein Kreisventil an einer Stopfbüchse e'' für den Durchgang der Pumpenstange c''.

f'' f'' die Heißwassercisterne.

g'' das Abflußrohr.

h'' Saugrohr für das Speisewasser.

E die Heißwasser- oder Speisepumpe, welche von der Luftpumpencisterne den Kessel versehen wird.

i'' der Plunger, welcher durch eine Stopfbüchse j'' geht.

k'' das Saugventil.

Das Druckventil ist in dieser Zeichnung nicht sichtbar.

l'' l'' die Kaltwassercisterne.

F die Kaltwasserpumpe.

Das Wasser wird von dem Reservoir L bis zur Kaltwassercisterne l'' l'' gehoben; die Pumpenstange ist an dem Plungerkopf angebracht.

Die hier beschriebene Maschine war ursprünglich in den Cornwall'schen Gruben thätig, und das Condensationswasser wurde durch die Hauptpumpe ergänzt, wie es in der Grafschaft allgemein gebräuchlich ist. Deßhalb ist auch der Balancier nicht dazu vorgerichtet worden, die Pumpenstange mit ihm zu verbinden.

Es möchte bemerkenswerth sein, daß, da das für eine Maschine in Cornwall nöthige Condensationswasser aus der Grube gehoben wird, es eine unnöthige Ausgabe wäre, eine besondere Pumpe für diesen Zweck anzuwenden; was aber das Condensationswasser für diese Maschine in ihrer angenommenen Stellung betrifft, so würde es augenscheinlich eine Kraftverschwendung sein, wenn man dasselbe durch die Hauptpumpe ersetzen wollte, da das Wasser durch

die Maschine zu einer Höhe von ungefähr 100 Fuß über den Spiegel der Kaltwassercisterne gehoben wird.

G der Hauptpumpenstiefel.

m'' der Plunger, welcher durch eine Stopfbüchse geht. Er ist hohl gegossen und mit schweren Steinen und Eisenstücken ausgefüllt.

n'' ein Kasten oder eine Büchse am oberen Theil der Plungerstange, zur Aufnahme einer hinreichenden Menge von Steinen und altem Eisen, welche man zur Belastung beifügen will.

o'' das Saugventil.

p'' das Druckventil.

Diese Ventile wurden durch die Herren Harvey und West gemacht, welchen dieselben patentirt sind. Eine genauere Beschreibung derselben folgt unten.

q'' das Saugrohr.

r'' das Druckrohr, welches mit dem stehenden Rohre communicirt.

H das stehende Rohr.

s'' das Hauptrohr zur Führung des Wassers zum District.

t'' ein Ausgang, welcher gegenwärtig durch einen Deckel verschlossen ist, mittelst dessen aber, wenn es erforderlich ist, die Verbindung mit einer andern Maschine hergestellt werden kann.

u'' Granit-Fundamentirung des stehenden Rohres.

v'' v'' Fundament-Schrauben.

w'' feste Grundlage.

L das Unterwasser-Reservoir.

I I gußeiserne Haupt- und Querbalken zum Tragen der Hauptpumpe.

J J Federbalken oder Holzbau zum Auffangen der Plungerstange, um die Maschine zu verhindern, zu weit niederzugehen.

x'' ein eiserner Ansatz, an dem Plunger angebracht, und zwar an jeder Seite desselben, welcher sich an die Federbalken anlegt, wenn die Maschine den Niedergang in seiner ganzen Länge zurücklegt.

R der Balancier.

K dessen Zapfen.

M das Balancierlager.

N der Auffänger, um den zu weiten Aufgang der Maschine zu verhindern.

O die Federbalken, an welche sich die Auffänger legen.

P ein starker Querbalken, worauf sich die Federbalken stützen.

Tafel XVII.

Durchschnitt und Grundriß der patentirten Doppelsitz-Ventile der Herren Harvey und West.

(Fig. 28 und 29.)

Folgendes ist eine Copie der Specification.

„Unsere verbesserten Ventile gleichen im Aeußeren dem unter dem Namen Doppelsitz-Ventil bekannten, welches bei gewissen Dampfmaschinen angewendet wird. Die Verbesserung besteht darin, daß wir dasselbe „selbstthätig" machten, so daß es ohne Beihülfe von Maschinerie sich öffnen oder schließen kann und hierdurch für Wasser- und sonstige Flüssigkeits-Hebmaschinen anwendbar ist."

„Bei unseren verbesserten Ventilen ist die Fläche des oberen Theils des Sitzes, auf welche der obere Theil des Ventils aufschlägt, kleiner, als die Fläche des unteren Theils des Sitzes, auf welche die Sohle des Ventils aufschlägt. Wenn das Ventil als Saugventil einer Pumpe gebraucht wird, durch welches

das Wasser in den Pumpenstiefel geht, so muß die Differenz zwischen den beiden Flächen eine solche sein, daß der Druck der Atmosphäre gegen die untere Seite des Ventils (welcher Druck durch die Erzeugung eines theilweisen Vacuums über der oberen Seite desselben, wenn nämlich die Kolbenstange oder der Plunger in Bewegung gesetzt wird, entsteht) hinreichend ist, um das Gewicht des Ventils zu überwältigen und dessen Aufgehen zu bewirken. Wenn aber das Ventil als Druckventil benutzt wird, durch welches das Wasser aus dem Pumpenstiefel tritt, oder wenn es anstatt der Ventile auf dem Pumpenkolben gebraucht wird, so muß der Unterschied der Flächen der Art sein, daß der Druck auf die untere Seite des Ventils (verursacht durch die Bewegung des Kolbens oder des Plungers, welche die Flüssigkeit durch dasselbe austreibt) hinreicht, um das Ventil zum Aufgehen zu bringen."

„Die Oeffnung am oberen Theil ist geringer, als die der Sohle des Ventils, und die Fläche des Rings auf dem oberen Ventiltheil, welcher gleich dem Unterschiede zwischen der Fläche der beiden Oeffnungen sein wird, muß proportional dem Gewichte des Ventils gemacht werden. Die Wirkung wird durch die nachfolgende Erklärung verständlich werden."

„Durch die Anwendung der verbesserten Ventile erreicht man nämlich den Vortheil, 1) daß, da die Fläche des Ventils, welche dem Drucke der Wassersäule, oder der Wirkung des Kolbens bei seinem Niedergang ausgesetzt ist, bedeutend geringer als bei den gewöhnlichen Kreis- oder Klappenventilen ist, der Schlag und die dadurch erfolgende Erschütterung beim Schließen der Ventile beträchtlich vermindert wird, und hierdurch weniger kostspielige Fundamente erforderlich sind; 2) ist der Verlust an Wasser beim Schließen der Ventile beträchtlich vermindert. Unsere ver-

besserten Ventile können als Saug- und Druckventile bei allen Arten von Pumpen angewendet werden."

„Um die Construction und Wirkungsweise dieser Ventile deutlicher zu machen, diene nachfolgende Beschreibung der Zeichnungen Fig. 28 und 29 (Taf. XVII), welche einen verticalen Durchschnitt und einen Grundriß derselben darstellen. Im Durchschnitt Fig. 5 ist das Ventil im geöffneten Zustande gezeichnet.

„Der Ventilsitz von Gußeisen oder einem andern Metall, auf welchem das eigentliche Ventil d sich bewegt, besteht aus dem Ring a und dem Deckel a', welche durch die Rippen c verbunden sind. Das Ventil kann je nach seiner Größe, der Qualität des Wassers oder anderer Umstände von Gußeisen, Kanonenmetall, Messing, Kupfer oder einem andern Metall angefertigt werden. Die Ringe e e, e' e' des Ventils sind genau abgedreht und (wenn das Ventil geschlossen) genau auf die Ringe f f, f' f' des Sitzes passend. Der obere Aufschlag f f und der untere f' f' können entweder durch einen vorstehenden Ring auf dem Sitz (in welchem Fall sie genau abgedreht werden müssen), oder durch Einlegen eines Ringes von Holz oder weichem Metall in die kreisförmigen Rinnen, welche in die Sitze eingegossen sind, gebildet werden. Für die obere Fläche, welche in jedem Fall zur Aufnahme des Ventilrings gut abgedreht sein muß, ziehen wir Holz oder weiches Metall vor. g g stellt eine gegossene oder besonders gearbeitete Rinne, an der unteren Seite des Sitzes, dar, in welche Leder eingelegt wird, um Undichtigkeit zu verhindern, wenn der Sitz an seine Stelle aufgeschraubt wird. h h ist ein auf den Sitz gegossener, gut abgedrehter Cylinder, welcher dem Ventil als Führung dient. i i ist eine Zunge oder ein Keil, welcher am Cylinder angebracht ist und einer Keilnuth an dem Ventil entspricht, um einer Drehung

des letzteren vorzubeugen. kk ist ein auf den Cylinder geschraubter Deckel, um das Heben des Ventils über eine gegebene Höhe oder ein Ausheben desselben zu verhindern. Die punctirten Linien ll zeigen die Richtungen, in welchen das Wasser durch das Ventil geht. mm stellt die Fläche des Ventils dar, welche dem atmosphärischen, oder dem durch die Bewegung des Kolbens hervorgebrachten Druck ausgesetzt ist. Derselbe wird verursachen, daß es sich hebt, wenn die Differenz der oberen und unteren Ventilfläche hinreichend groß ist, damit der darauf wirkende Druck das Gewicht des Ventils zu überwinden vermöge.

Die Katarakte. Fig. 26 und 27, Taf. XVII. Die accentuirten Buchstaben der Fig. 27 zeigen entsprechende Theile mit den in Fig. 26 durch die gleichen Buchstaben bezeichneten Theilen an.

Die Katarakte sind ähnlich und wirken folgender Art. Wenn die Nase an der Steuerungsstange (s. xx) während ihres Niedergehens an die Hebel a im Durchkreuzungspunct anstößt, so werden die Ketten b, b′ auf die Räder c, c′, an denen die Hebel angebracht sind, aufgewickelt. Die Kette b und die Plungerstange d sind an der dem Gewicht f entgegengesetzten Seite des Balanciers e e′ angebracht, so daß durch das Aufwinden der Kette auf das Rad der Plunger g gehoben und hierdurch verursacht wird, daß aus der Cisterne eine Quantität Wasser in den Pumpenstiefel eingesaugt wird, welcher unten mit einem sich aufwärts öffnenden Kegelventil j versehen ist. Der Balancier e hat seinen Drehpunct in der Stütze h. Der Hebel a wird von der Nase der Steuerungsstange frei, wenn letztere beim aufgehenden Hub der Maschine steigt, welches unmittelbar nach der Oeffnung des Aequilibriumventils stattfindet, und das Wasser wird durch die Wirkung des Gewichts f, welches auf den Plunger drückt, durch die Oeffnung k

ausgetrieben. Wenn der Hub des Plungers beinahe vollendet ist, so hebt der Stift m am Balancier o, welcher sich in einem Schlitz der Katarakt-Stange n bewegt, diese Stange, welche alsdann einen Sector an einer der horizontalen Achsen von seinem Sperrkegel befreit, wodurch das entsprechende Ventil unmittelbar durch die Wirkung des Gewichts geöffnet wird. Wenn nun die Maschine ihren aufwärts gehenden Hub vollendet hat, so bleibt sie in Ruhe, bis der Katarakt das Gewicht löst, welches das Dampfventil öffnet, und da die Zwischenräume, in welchen dieses vorkommt, proportional dem Zeitabschnitte sind, bei welchem das Wasser aus dem Pumpenstiefel i sich entleert hat, so liegt der wesentliche Grund der Nützlichkeit in dem Apparat, welcher den Zeitabschnitt jeder Entladung regulirt. Zu diesem Zweck ist das Entladungsrohr k mit einem Hahne versehen, welcher mehr oder weniger geöffnet oder geschlossen werden kann, und zwar mittelst einer Kurbel, welche der Maschinist handhabt, und welche mit der Stange o verbunden ist. Durch dieses Mittel kann die Maschine so regulirt werden, daß sie irgend eine verlangte Anzahl von Hüben per Minute bewerkstelligt.

Die Kessel. Fig. 24 und 25, Taf. XVII.

Fig. 24 stellt theilweise eine Ansicht, theilweise einen Querdurchschnitt der 4 cylindrischen Cornwallschen Dampfkessel dar.

Fig. 25 einen Längendurchschnitt durch einen Kessel, welcher die End- und Hauptzüge im Querdurchschnitt zeigt.

Die entsprechenden Theile in diesen Figuren sind durch gleiche Buchstaben bezeichnet.

C, C die Schürthüren.

P, P die Aschenfälle.

g, g die gläsernen Aichröhren.

p p Rohr zur Ausleerung der Kessel, mit deren

niedrigstem Theile es durch die Röhren q, q communicirt.

A das Vorwärmrohr; es ist in jenen Theil des Hauptzuges F gelegt, durch welchen die erhitzte Luft geht, bevor sie in den Kamin eintritt.

w w Wasserraum in den Kesseln.

s s Dampfraum.

B B inneres Rohr.

E E Feuerrohr, welches mit den äußeren Seitenzügen d, d (Fig. 24) durch die Endzüge d (Fig. 25) communicirt.

d, d, d Seitenzüge der Kessel.

D, D Roststäbe.

c c die Brücke.

H H das Dampfrohr, welches zur Maschine führt.

g g Absperrventil des Dampfrohrs.

r r eine Decke von feiner Asche, um den Verlust an Wärme zu vermindern.

h Rohr für den Durchgang des Wassers vom inneren Rohre zum Kessel.

e e der untere Zug, welcher in den Hauptzug F ausmündet.

t das Register (Canalschieber). Aus der Zeichnung ist ersichtlich, daß das innere Rohr B nach seinem hinteren Ende ein Wenig höher liegt, so daß der in ihm erzeugte Dampf durch das Rohr f in den Dampfraum s übergehen kann. Das Speiserohr b communicirt mit dem Wasser im Kessel durch das gekrümmte Rohr x, welches am Ende desselben an einer Seite des Feuerrohrs einmündet.

z ein Rohr, welches mit dem Wasserreservoir verbunden ist, um das Wasser zur Ausspülung der Kessel zuzuleiten; es communicirt mit dem Kessel durch das aufrechte Rohr y, welches in das innere Rohr B einmündet.

k das Rohr mit dem Sperrventil i, durch welches der in dem Cylindermantel condensirte Dampf zum Kessel zurückgeführt wird.

j das Sicherheitsventil.

a das Speiserohr, welches von der Speisepumpe zum Vorwärmerohr führt.

q Rohr mit einem Sperrventil, welches von dem Boden des Kessels zu dem Ausleerungsrohr p führt.

Wasserhebungs-Dampfmaschine zu New-Craighall bei Glasgow.

(Nebst den Tafeln XX und XXI).

Die hier zu beschreibende Dampfmaschine ist von dem englischen Maschinenbauer Girdwood zu Glasgow ausgeführt, dient zur Wasserhaltung in den Steinkohlengruben von New-Craighall bei Glasgow und ist eine Niederdruckmaschine von 150 Pferdekräften.

Der Dampf ist nämlich nur beim Niedergange des Kolbens thätig, indem die aufsteigende Bewegung desselben durch das Gewicht des Gestänges der am andern Ende des Balanciers befestigten Pumpen bewirkt wird. Der Cylinder ist 80 Zoll im Durchmesser, und der Kolben macht in der Regel pro Minute 13 Hübe, von 8 Fuß. Die Wasserförderungshöhe beträgt 540 Fuß, welche aber auf drei Pumpensätze vertheilt ist. Eine der Pumpen fördert nämlich das Wasser in ein Bassin, welches 180 Fuß über der Sohle liegt, die zweite hebt das Wasser aus demselben wieder 180 Fuß hoch, und endlich die dritte Pump[illegible] dasselbe bis zu Tage.

Taf. XX enthält die perspectivische Ansicht [illegible] Maschine, der Kessel und des Gebäudes, worin [illegible] aufgestellt ist. Die Maschine ist in der Stell[illegible] zeichnet, wo der Kolben den höchsten Stan[illegible] hat und eben im Begriff ist, wieder herunte[illegible]

Taf. XXI enthält die geometrischen Zeichnungen der Maschine, nämlich: in der Mitte die Vorderansicht derselben; rechts den Durchschnitt durch die Ventilgehäuse, Luftpumpe und den Cylinder; links eine Seitenansicht der Steuerung und des Condensations-Apparates und außerdem vier einzelne Figuren, die später erklärt werden.

In der perspectivischen Zeichnung Taf. XX. ist **A** einer der drei kofferförmigen Dampfkessel, welche zur Hälfte mit Wasser angefüllt sind und den entwickelten Dampf durch die Dampfröhren **B** dem Cylinder zuführen. Das Speisewasser wird ganz auf gewöhnliche Weise mittelst der Röhren **C** in die Kessel geschafft; dasselbe wird nämlich von der Druckpumpe in den Aufsatz der Röhre **C** gefördert, worin sich ein durch einen Schwimmer bewegtes Ventil befindet, welches dem Wasser den Eintritt in den Kessel gestattet, wenn jener Schwimmer sinkt; wird dagegen zu viel Wasser in den Kessel gebracht, so schließt derselbe das Ventil, und das überflüssige Wasser wird dann durch eine Röhre seitwärts abgeführt. (Vergl. damit Taf. II, Fig. 1 u. ff.).

K und **L**, Probirhähne zur Untersuchung des Wasserstandes in den Kesseln; beim Normalwasserstande muß stets der eine derselben Dampf, der andere Wasser geben, wenn solche geöffnet werden.

M, Sicherheitsventil mit dem dazu gehörigen Hebel **N** und dem Gewichte **O**.

P, Mannloch zum Befahren und Reinigen des Kessels.

Wirksamkeit des Dampfventils W, und Vorrichtungen zur Bewegung desselben.

Der Kolben habe den auf Taf. XX gezeichneten höchsten Stand erreicht und sei im Begriff, wieder

herabzugehen, während der mit dem Condensator in Verbindung stehende Cylinderraum unterhalb des Kolbens luftverdünnt ist. Nachdem der durch das Rohr B hinzuströmende Dampf zwei Dampfklappen Q passirt hat, die aus kreisrunden, um ihre Achse beweglichen kupfernen Platten bestehen, tritt derselbe zunächst in den obern Theil des Ventilgehäuses U, kann aber nur erst dann in den Cylinder oberhalb des Kolbens gelangen, wenn vorher das Kegelventil W geöffnet ist. (Durchschnitt auf Taf. XXI). Die Stange X dieses Ventils führt durch die Stopfbüchse Y im Deckel des Ventilgehäuses zu einem Hebel Z, der mittelst einer Stange B^1 und des Armes C^1 mit einer horizontalen Achse D^1 in Verbindung gebracht ist. Drückt also der am Steuerungsbaum T^{IV} befestigte Knaggen E beim Niedergehen des Kolbens den Arm F^1 der Achse D^1 herab, so wird dadurch das Ventil W verschlossen, während dasselbe demnächst durch ein damit verbundenes Gewicht G^1 wieder geöffnet wird. Je nachdem also beim Niedergange des Kolbens der Knaggen E^1 des Steuerungsbaums den Arm F^1 früher oder später trifft, wird auch der in den Cylinder strömende Dampf demgemäß abgeschlossen. Das Gewicht G^1 dreht den Arm F^1 der Achse D^1 nur um [illegible] 60 Grad herum, worauf dann die Bewegung [illegible] durch das Zusammentreffen eines aus Kork und Leder zusammengesetzten Knopfs H^1 mit einem metallenen Stücke I^1 vernichtet und somit ein zu starkes Heben des Ventils W vermieden wird. Ist auf diese Weise das Ventil W geöffnet, so strömt der Dampf oberhalb des am Hauptcylinder [illegible] Kolbens K^1 und drückt diesen nieder, weil unterhalb desselben ein luftverdünnter Raum ist. Da die [illegible] Kolbenstange mit dem großen Balancier L^1, der um die Achse O^1 oscillirt, verbunden ist, so werden [illegible] des Kolben-Niederganges [illegible]

Ende des Balanciers angebrachten drei Wasserpumpen P^I, Q^I und R^I gehoben.

Der Cylinder V ist zur Verhütung der Abkühlung mit einem andern Cylinder S^I oder einem sogenannten Mantel umgeben, indem der von beiden eingeschlossene Raum T^I mittelst der Röhren U^I mit Dampf gespeiset wird. Das durch Condensation dieser Dämpfe entstandene Wasser wird durch die gebogene Röhre V^I in den Warmwasserkasten W^I geführt.

Wirksamkeit des Gleichgewicht-Ventils A^{II}, und Vorrichtungen zu dessen Bewegung.

Hat der Kolben den tiefsten Stand erreicht, und ist also der Cylinderraum oberhalb desselben ganz mit Dampf angefüllt, so kann derselbe nur dann wieder in die Höhe gehen, wenn jener Dampfdruck aufgehoben wird. Zu diesem Ende wird zwischen dem obern und untern Theile des Cylinders die Verbindung hergestellt, so daß der Dampf oberhalb des Kolbens auch unterhalb desselben tritt, und mithin beide Kolbenflächen nach entgegengesetzten Richtungen denselben Druck erleiden. Zur Leitung des Dampfes von dem obern nach dem untern Theile des Cylinders dienen, außer dem Gleichgewichts-Ventil A^{II}, die beiden hohlen Pilaster oder Säulen X^I und Y^I, welche mit den obern und untern Ventilgehäusen U und Z^I in Verbindung stehen. Das Ventil A^{II} ist ein gewöhnliches Kegelventil; der Stiel desselben B^{II} ist durchbohrt und mit einer Stopfbüchse zur Aufnahme der Stange vom Condensator-Ventil versehen. Das Gleichgewichts-Ventil A^{II} ist mittelst zweier Stangen D^{II} mit einem, auf der Achse E^{II} befestigten Hebel C^{II} und dieser hinwieder durch die Stange F^{II} und den Arm G^{II} mit der horizontalen Achse H^{II} in Verbindung gebracht, so daß also durch das Drehen der

letzteren das Ventil A" geöffnet und verschlossen werden kann. An dem einen Ende der Welle H" ist ein Arm I" befestigt, der mittelst der Stange K" mit dem Gewichte L" verbunden ist, welches also stets das Gleichgewichts-Ventil A" zu öffnen strebt.

Die besondere Art der Arbeit, welche die Maschine verrichten muß, erforderte es, den Gang derselben zu Ende eines jeden Kolben-Niederganges zu hemmen, um dadurch die Zahl der Hübe mit der Quantität des zu hebenden Wassers in Uebereinstimmung zu bringen. Hierzu dient eine Vorrichtung, welche gewöhnlich Katarakt oder Hubzähler genannt wird. Auf der Welle H" ist ein Sperrhaken M" befestigt (s. Fig. 1, Taf. XXI), welcher durch einen, mit der Rückseite einer Feder O" verbundenen Zahn N" gehalten wird, so daß die Wirksamkeit des Gewichtes L" dadurch aufgehoben ist. Soll dasselbe also im tiefsten Kolbenstande das Gleichgewichts-Ventil A" öffnen können, so muß jener Sperrhaken vorher gelös't werden, und dieses geschieht durch folgende Vorrichtung: Ein kleiner, mit einem Kolben versehener Cylinder P" (Taf. XXI) ist ganz mit Oel angefüllt. (Vergl. Fig. 4). Der innere Raum unterhalb des Kolbens R" steht mittelst der Seitenröhre Q" mit dem Raume oberhalb desselben in Verbindung. Während des Kolben-Niederganges, welcher durch ein, innerhalb des Cylinders angebrachtes Gewicht bewirkt wird, kann das Oel unterhalb des Kolbens nur durch die Oeffnung des Hahns in der Röhre Q" oberhalb desselben gelangen. Je nachdem also dieser Hahn mehr oder weniger geöffnet wird, ist zum Durchgange des Oels eine kürzere oder längere Zeit erforderlich. Die Kolbenstange dieses Apparats wirkt beim Heruntergehen auf den einen Arm eines Hebels S", während der andere Arm D desselben die Feder O" zurückdrängt und dadurch den Sperrhaken M" löset. In diesem

Augenblicke sinkt das Gewicht Lu herab, dreht die Achse Hu und öffnet dadurch das Gleichgewichts-Ventil Au. Während aber die Achse Hu diese Bewegung macht, drückt der darauf befestigte Arm F° den Arm G° des Hebels Su wieder zurück und hebt dadurch den Kolben des kleinen Katarakt-Cylinders Pu wieder in die Höhe, damit derselbe in der beschriebenen Art später den Sperrhaken wieder lösen könn. Ist also auf diese Weise durch Oeffnen des Gleichgewichts-Ventils Au auf beiden Seiten des Dampfkolbens derselbe Druck erzeugt worden, so zieht das Gewicht des Pumpengestänges denselben in die Höhe, indem zu Ende des Aufsteigens der am Steuerungsbaum befestigte Knaggen Tu den Hebel Uu in die Höhe drückt, dadurch die Achse Hu dreht, das Gleichgewichts-Ventil Au schließt, aber gleichzeitig das Gewicht Lu hebt und den früher gedachten Sperrhaken wieder in Eingriff bringt.

Wirksamkeit des Condensator-Ventils Vu, nebst Vorrichtungen, um dasselbe zu bewegen.

Der Kolben kann in seinem höchsten Stande, wenn auch, wie vorhin angegeben, das Dampfeinlaß-Ventil geöffnet und das Gleichgewichts-Ventil verschlossen ist, nur dann wieder abwärts gehen, wenn der Dampf unterhalb desselben zugleich fortgeschafft wird. Hierzu dient nun das Ventil Vu, welches zwischen dem untern Theil des Cylinders und dem Condensator Mu die Verbindung herstellt. Da auf der obern Seite des Ventils ein bedeutender Dampfdruck lastet, dagegen der Raum unterhalb desselben luftverdünnt ist, so würde es schwer sein, dasselbe zu öffnen, wenn nicht durch folgende Vorrichtung jener Druck aufgehoben würde. Die Stange des Ventils Vu ist nämlich mit dem Kolben Wu,

welcher sich dampfdicht im kleinen Cylinder X^{II} bewegt, verbunden, und da nun der Raum unterhalb des kleinen Kolbens W^{II} durch eine Röhre Y^{II} mit Dampf von derselben Spannung, wie im großen Cylinder, angefüllt ist, so wird der Druck auf das Ventil hierdurch vollständig aufgehoben. Die Stange Z^{II} dieses Ventils ist mittelst des Hebels A^{III}, der Stange D^{III} und des Armes C^{III} mit der horizontalen Achse B^{III} in Verbindung gesetzt. Letztere hat an ihrem Ende einen mit dem Gewichte F^{III} beschwerten Hebel E^{III}, welcher das Ventil stets zu öffnen strebt; indessen dieses wird durch den auf der Achse B^{III} befestigten Sperrhaken G^{III} (s. Figur 2, Taf. 21) verhindert, der durch den Zahn H^{III} der Feder J^{III} gehalten wird. Die Lösung dieses Hakens geschieht, wie folgt: Die Achse H^{II} hat nämlich einen Arm K^{III}, der, wenn der Hub aufwärts vollendet ist, die Feder J^{III} zurückdrängt, weil der auf derselben Achse befestigte Arm U^{II} von dem Knaggen T^{II} des Steuerungsbaums aufwärts gedrückt wird. Ist auf diese Weise der Sperrhaken G^{III} von dem Zahne H^{III} gelöset, so wird das Ventil V^{II} durch das Herabsinken des Gewichtes F^{III} geöffnet, und in demselben Augenblicke stürzt dann der Dampf unterhalb des Kolbens durch das Rohr L^{III} in den Condensator, worauf der Kolben seine Bewegung niederwärts beginnt. Da also die Bewegungen des Dampfeinlaß-Ventils W und des Condensator-Ventils V^{II} genau von einander abhängen, indem sich solche gleichzeitig öffnen und schließen müssen, so sind beide durch die Stange L^{V} mit einander in Verbindung gebracht. Noch bevor der Kolben den tiefsten Stand erreicht, drückt der Knaggen N^{III} des Steuerungsbaumes den Arm O^{III} herab, dreht dadurch die Welle B^{III}, hebt das damit verbundene Gewicht F^{III} und schließt das Condensator-Ventil V^{II}. Die Maschine bleibt nun in

in dieser Stellung so lange in Ruhe, bis der Hubzähler oder Katarakt P^{II} abermals die Steuerung löset.

Condensations-Apparat, und Zubehör.

Der Condensator M^{III} steht in der mit kaltem Wasser angefüllten Cisterne P^{III} und hat zur Seite eine Röhre Q^{III}, die Einspritzröhre, welche unten mit einer Brause versehen ist. Da bloß beim Kolben-Niedergange Dampf zu condensiren ist, so braucht also auch nur dann kaltes Wasser eingeführt zu werden, und deßhalb ist die Einspritzröhre mit einem Ventil R^{III} (s. Fig. 3) versehen, welches gleichzeitig mit dem Condensator-Ventil V^{II} geöffnet und verschlossen wird. Das Ventil R^{III} ist nämlich mittelst der Stange S^{III} und des Armes T^{III} mit der Welle B^{III} in Verbindung gebracht, so daß also, wenn das Gewicht F^{III} das Condensator-Ventil hebt, der Arm T^{III} in die Höhe geht und gleichzeitig das Ventil R^{III} im Einspritzrohr Q^{III} öffnet. Zur Regulirung der Quantität des Einspritzwassers dient folgende Vorrichtung: Außer dem Einspritz-Ventil, dessen Oeffnung mehr als hinreichend ist, den erforderlichen Wasserstrahl einzulassen, ist noch ein anderes Ventil U^{III} (Fig. 3) angebracht, welches aus einem, mit einer Stange W^{III} versehenen, kupfernen Schieber besteht. Um die Oeffnung desselben stets dem Bedürfnisse gemäß verändern zu können, führt die Stange W^{III} desselben durch die Büchse eines festen Armes V^{III}, und kann dort mittelst zweier mit Handgriffen versehenen Muttern X^{III} und Y^{III} beliebig höher oder tiefer gestellt werden.

Die Luftpumpe Z^{III} steht durch ein Ventil A^{IV} mit dem Condensator in Verbindung. Der ...

Hanfflechten gewun...

C^IV, welche dem ...

Wasser und der ...

den Durchgang gen...

bens werden dag...

Ventilklappe D^...

Von hieraus führ...

E^IV mit einem ...

P^III nach der ...

welche dasselbe, ...

Aufsatz des ...

G^IV ist die ...

Wasser aus einem ...

Eiserne P^III aus...

zum Füllen der ...

... das Wasser aus ...

[illegible]

Die Kolben...
der zwei Hänge...
bunden. N^IV, O^...
des Parallelogramm...
ihrer senkrechten ...
derselben beträgt ¼ ...
rungsbaum T^IV, n...
bewegt, ist ebenso...
bunden.

Da auf den ...
Gewicht von circa ...
die Lager derselbe...
nicht stets frisch ...
flächen gebracht ...
einer kleinen, ...
Pumpe, welche ...
fäße fördert ...

Das Gestänge der Pumpen P′, Q′ und R′ besteht aus hölzernen, durch Schraubenbolzen und Bänder verbundenen Balken. Entstände also während der niedersteigenden Bewegung des Kolbens, wo die ganze gehobene Wassersäule als Last in der Maschine wirksam ist, ein Bruch derselben, so würde der Kolben mit beschleunigter Bewegung herabschießen und den Cylinderboden zertrümmern. Um dies zu verhüten, ist der Balancier an beiden Enden mit Fanghölzern X^iv armirt, welche aus starken Balkenstücken bestehen, die, wenn der Kolben zu tief herabgeht, auf elastische und gehörig starke eichene Balken Y^iv stoßen und dadurch die Bewegung desselben sehr bald vernichten. Damit aber, wenn ein solcher Fall sich ereignet, der Kolben nicht wieder in die Höhe gehen könne, ist folgende Vorrichtung in Anwendung gebracht: Um die Peripherie einer beweglichen Rolle Z^iv ist ein lederner Riemen gelegt, dessen eines Ende mit einem Hebel B^v, der in D^v seine Drehachse hat, verbunden ist. Der rechtseitige Arm desselben trägt ein Gewicht C^v, dagegen ist der linkseitige mittelst der senkrechten Stange E^v mit einem andern einarmigen Hebel F^v in Verbindung gebracht. Das Gewicht C^v kann also nur dann den rechten Arm des Hebels B^v herabdrücken, wenn sie zugleich die Rolle Z^iv dreht; dies wird aber durch einen Sperrhaken G^v, der sich gegen einen auf ihrer Peripherie befindlichen Zahn stemmt, verhindert. Geht nun der Kolben in Folge eines Bruches zu tief herab, so stößt der Keil H^v im Steuerungsbaume gegen den mit dem Sperrhaken G^v verbundenen Haken K^v; die Rolle wird dadurch frei, das Gewicht C^v schnellt den Hebel F^v in die Höhe, und dieser verhindert dadurch das Gewicht L^ii herunterzufallen. Die nothwendige Folge davon ist, daß das Gleichgewichts-Ventil A^ii geschlossen bleibt und der Kolben nicht in die Höhe steigen kann.

Der Kolbenhub ist zwar in der Regel 8 Fuß, doch kann derselbe beliebig kleiner gemacht werden, indem dazu nichts weiter erforderlich ist, als die Klinken E^{I}, T^{II} und N^{III} am Steuerungsbaume und der Schraubenstange J^{V} einander mehr zu nähern.

Manipulationen beim Anlassen der Maschine.

Angenommen, der Kolben sei durch das Gewicht des Pumpengestänges gehoben und befinde sich in seinem höchsten Stande in Ruhe, so sind, nach dem Vorigen, das Condensator-Ventil V^{II} und das Dampfventil W offen, während das Gleichgewichtsventil A^{II} verschlossen ist. Zuerst muß nun die Luft ausgeblasen werden. Man drücke also den Arm C^{II} nieder und öffne dadurch das Gleichgewichtsventil. [illegible] so tritt der Dampf unterhalb des Kolbens und [illegible] die atmosphärische Luft durch das Ventil V^{II} in den Condensator M^{III}, und aus diesem durch die [illegible] M^{V}, welche innerhalb des Behälters N^{V} mün[illegible] dort mit einem sich nach Auswärts öffnenden [illegible] versehen ist, in die Atmosphäre. Durch [illegible] blasen, welches ungefähr 5 Minuten dauert, [illegible] Cylinder nebst den Ventilgehäusen und [illegible] gleich erwärmt. Demnächst wird mittelst [illegible] griffs U^{II} das Gleichgewichtsventil A^{II} [illegible] Niederdrücken des gebogenen Handgriffs [illegible] Condensatorventil V^{II} geschlossen, nachdem [illegible] Stange L^{V} [illegible] ist, weil das gleich[illegible] der Gewichte G^{II} und F^{III} einen zu gro[illegible] stand erfordert. Hiernach öffnet man [illegible] drücken des Handgriffs O^{V} den [illegible] (Fig. 3), und dadurch mittelst des [illegible] Condensatorventil V^{II}, worauf dann [illegible] Bewegung beginnt.

Uebersicht der Hauptdimensionen der Maschine.

Durchmesser des Dampfcylinders	6	Fuß	8	Zoll.
„ des Dampfrohrs	1	„	2	„
„ des Dampfeinlaßventils	1	„	1	„
„ des Gleichgewichtsventils	1	„	2	„
„ des Condensatorventils	1	„	2	„
„ der Luftpumpe	3	„	4	„
Höhe des Dampfkolbens . .	—	„	9	„
Hub desselben	8	„	—	„

Die Leeghwater-Dampfmaschine zum Austrocknen des Harlemer Sees.

Zu den kühnsten Unternehmungen unsers Jahrhunderts gehört die großartige Austrocknung des Harlemer Sees. Derselbe hatte sich vom 16. Jahrhundert bis jetzt von ⅜ bis 3⅛ Quadratmeilen Flächenraum vergrößert und enthielt, bei einer durchschnittlichen Tiefe von 12⅝ Fuß, etwa 13¼ Millionen Kubikruthen Wasser. Zur Entwässerung beschloß man, das Ufer des Sees mit einem Canal von 144 Fuß Breite und 6⅜ Fuß Tiefe zu umgeben, durch Dampfmaschinen das Wasser des Sees in diesen Graben zu heben und von hier aus an drei Ausmündungsstellen in das Meer zu führen. Die Ausführungskosten der ganzen Unternehmung waren zu 4—5 Millionen Thlr. berechnet.

Gegenwärtig ist die erste von drei aufzustellenden Dampfmaschinen (die nach einem alten holländischen Ingenieur den Namen Leeghwater führt) aufgestellt und in Thätigkeit. Der Plan zur Anlage der Auspumpungsvorrichtungen rührt von Joseph Gibbs und Arthur Dean her und wurde durch das holländische Gouvernement aus einer größern Anzahl vorgelegter Concurrenzpläne für den besten erklärt.

Die beiden andern Maschinen sollen die Namen Cruquius und Van Lynden führen und sind im Bau begriffen. Die Ausführung der Maschine und Pumpen erfolgte in der Werkstatt von Harvey und Comp. in Hayle und Fox und Comp. zu Peran in Cornwall; die Balanciers und Kessel wurden von van Vlessingen und von Heel in Amsterdam gefertigt. Die riesenartige Maschine hat einen bewunderswürdig ruhigen Gang und ausgezeichneten Nutzeffect, welche Vorzüge sie der äußerst sorgfältigen Einrichtung und Ausführung verdankt, weßhalb diese großartige Anlage in der vollständigen Zeichnung des englischen Originals hier mitgetheilt wird.

Die in Fig. 1, 2 und 5 auf Taf. XXII. abgebildete Dampfmaschine hat 2 Dampfcylinder A und C, die einander concentrisch umschließen und durch einen Boden X mit einander verbunden sind; die innere Zwischenwand reicht nicht bis zum gemeinschaftlichen Cylinderdeckel, sondern endet 1½ Zoll unter demselben. Der äußere Cylinder A hat 144,37″ Durchmesser und 1½ Zoll Stärke, der innere C aber 84,25″ Durchmesser 1¾ Zoll Stärke; beide sind ausgebohrt und der innere Cylinder ist zugleich äußerlich abgedreht. B ist ein um den äußern Cylinder gelegter und aus 13 Segmenten zusammengesetzter Dampfmantel, welcher äußerlich noch von der Holzumhüllung l eingeschlossen wird; zwischen beiden letzteren Umhüllungen befindet sich eine 4 Zoll starke Aschenausfütterung.

Der Kolben im kleinen Cylinder C hat 5471,91 Quadratzoll und der im großen Hohlcylinder 1[illegible] Quadratzoll Flächenraum. Die Flächenräume [illegible] Cylinder verhalten sich daher, mit Berücksichtigung [illegible] 472,8 Quadratzoll Querschnittsfläche der [illegible]wand von C, wie 1 : 2,85. Die innere [illegible] Dichtung der Kolben besteht aus harten [illegible]

Segmenten, auf welche sich Gaskets aufsetzen, die durch Deckelstücke niedergedrückt werden; der hohle Raum c in den Kolben ist mit gußeisernen Platten ausgefüllt und durch bewegliche Deckel verschlossen.

Die Kolben sind durch die mittlere Kolbenstange von 12 Zoll Stärke und durch 4 kleine Kolbenstangen y von 4½ Zoll Stärke (Fig. 1 und 5) mit dem großen Kopfstück G verbunden. Dieses Kopfstück hat ein scheibenförmiges Mittelstück von 9½ Fuß Durchmesser, in welchem sich 8 Abtheilungen befinden, die mit Gußeisen beschwert werden können. Von der Mitte des Kopfstückes G aus geht eine Führungsspindel z durch eine in der Mitte eines 2 Fuß im Quadrat starken Querbalkens z', der in den Seitenwänden des Maschinenhauses befestigt ist. Zwei andere Führungsstäbe b gehen durch die an dem Kopfstück befindlichen Ansätze G', welche mit Stopfbüchsen versehen sind und erhalten ihre Befestigung in dem obern und untern Stoßbalken.

Von den Ansätzen G' am Kopfstücke gehen zwei massive Kolben F von 9 Zoll Durchmesser herab, welche in den Cylindern D wirken; letztere stehen mit den Ventilkästen d'' d'' in Verbindung, welche nach den Standröhren d' d' führen; die Röhren d''' d''' bilden eine Verbindung dieser Standröhren unter einander und mit dem hydrostatischen Gleichgewichtsventile in O. Die äußere Oberfläche der Cylinder D ist abgedreht, und es bewegen sich die Ringe ee über denselben; die Ringe sind durch die Zugstange VV mit dem Ansatze G' verbunden und setzen mit 2 Zapfen die Luftpumpenhebel E in Bewegung. Die inneren Enden dieser Hebel bewegen sich demnach in einer genau richtigen Verticallinie auf und nieder, und die äußeren Enden derselben sind mit Reibungsrollen versehen, die sich auf einer horizontalen Leitung hin- und herschieben.

Vom Mittelpuncte dieser Luftpumpenhebel gehen die Kolbenstangen n' noch nach den Luftpumpen N, deren Kolben 40'' Durchmesser und 5 Fuß Hub haben. Die beiden Luftpumpen stehen durch ein Rohr mit dem Boden des Condensators M in Verbindung; in letzterem findet eine intermittirende Einspritzung durch ein Ventil von 8 Zoll Weite und eine beständige Wasserzuführung durch ein Ventil von 3 Zoll Weite statt. R ist die Cisterne.

Das Dampfrohr L hat 2 Fuß Durchmesser, in demselben befindet sich ein Drosselventil von 16 Zoll Durchmesser mit zwei Ventilsätzen. P ist das Dampfeinlaßventil, mit 16 Zoll äußerm Durchmesser; Q das Gleichgewichtsventil von 20 Zoll Durchmesser, S das Dampfausführungsventil von 26 Zoll Durchmesser, q das Gleichgewichtsdampfrohr. Die Ventilkästen für das Einlaß- und Gleichgewichtsventil sind mit an dem Cylinderboden angegossenen Dampfwegen verbunden. Das Dampfabführventil steht durch das Rohr M von 34 Zoll Durchmesser mit dem Condensator in Verbindung. Durch das Rohr M steht der Condensator mit dem Cylinderboden in Verbindung.

Die Steuerhebel sind an K befestigt, der zur Bewegung derselben dienende Steuerbaum wird durch den Hebel T bewegt, welcher an dem einen Ende mit einem Zapfen an dem auf- und niedergleitenden Ringe o verbunden ist.

Die Maschine setzt 11 Pumpen von 63 Zoll Durchmesser in Bewegung; für jede Pumpe ist ein gußeiserner Balancier H vorhanden, welcher von der Kolbenstange radial ausläuft und Arme von gleicher Länge hat. Jeder Balancier ist am innern Ende mit einer Frictionsrolle versehen, welche an der untern Seite des Kopfstückes G in einer Leitung läuft, die besonders angeschraubt ist, und steht außerdem noch durch Hängearme mit dem Kopfstücke in Verbindung.

damit sämmtliche Balanciers gleichzeitig ihre Bewegung beginnen, sobald der Kolben anfängt in die Höhe zu gehen. Am äußern Ende hängt an jedem Balancier eine 3″ starke und 16′ lange schmiedeeiserne Stange W, welche mit einer 14′ langen Patentkette a den Kolben hält.

Fig. 3 ist ein Durchschnitt durch eine der Pumpen; Fig. 4 eine Seitenansicht des Kolbens; A ist der Pumpencylinder, B das Fußstück, C der Kolben, D das Saugventil.

Der Kolben ist von einer eigenthümlichen Construction, er besteht nämlich aus einem 1″ starken schmiedeeisernen Mittelstücke, mit welchem zwei gußeiserne winkelförmig aufgebogene Rahmen b b verbunden sind, welche an dem Knie einen Beleg von Glokkenmetall haben und zum Tragen zweier halbelliptischer Klappenventile o o bestimmt sind, welche im geschlossenen Zustande den ganzen Querschnitt des Cylinders abschließen und den Kolben bilden. Diese Klappenventile sind äußerlich mit einem Holzrande versehen, gegen welchen mit einem oberen Ringe eine Lederscheibe angeschraubt ist; die Klappen haben ungefähr 3 Zoll vom tiefsten Puncte entfernt ihre Schwingungsachse, in welcher sie an dem Mittelstücke aufgehangen sind, so daß bei ihrer Oeffnung während der niederwärts gerichteten Bewegung des Kolbens der etwa niedergefallene Sand in der zwischen ihnen entstehenden Fuge durchfallen kann. Am Mittelstücke des Kolbens befinden sich 2 gußeiserne Platten d, welche als Ballast dienen, um den Kolben zum Niedersinken zu bringen; an ihren beiden Seitenkanten sind diese Platten mit Nuthen versehen, welche mit Holz ausgefüttert werden; hierdurch wird dem Kolben eine Stabilität bei möglichst geringer Reibung gegeben. Die beschriebenen Kolben bedürfen eines Gewichtes von 1¼ Zoll per Quadratzoll Kolbenquerschnittsfläche, um

mit der durch den Gang der Maschine bewegten Geschwindigkeit im Wasser niedersinken. Die Kolben an der hier beschriebenen Leeghwatermaschine haben keine Leitung und wirken ganz ausgezeichnet; bei den beiden andern noch zu erbauenden Maschinen (Croquius und Van Lynden), bei denen [illegible] Pumpen angewendet werden sollen, wird aber die Herstellung derartiger Kolbenführungen [illegible] [illegible].

Die Saugventile haben gußeiserne Sitze, welche oberhalb mit Holz ausgefüttert sind; sie bestehen aus 1 Zoll starken schmiedeeisernen Platten; sie sind am untern Ende mit einer Drehachse fest verbunden, deren beide Enden in gekrümmten Schlitzen laufen, die an den gußeisernen Enden angebracht sind. Die Klappen können sich auf diese Art 1½ Zoll in die Höhe heben und gewähren so dem Wasser allseitigen Durchtritt.

Dampfkolben und Pumpenkolben haben 10 Fuß Hub; jede Pumpe hebt, der Rechnung zufolge, bei jedem Hube 6,02 Tonnen Wasser, folglich sollten die 11 Pumpen 66,22 Tonnen liefern; in der That heben sie aber nur, nach Maßgabe der Abmessungsresultate. 63 Tonnen (64000 Kilogrammen oder 2070 Cubikfuß).

Das Maschinenhaus A, Fig. 6, besteht, nach der beistehenden Abbildung, aus einem massiven, runden, concentrisch zum Cylinder gebauten Thurm, in dessen Mauern die radial gestellten 11 Balanciers ihre Stützpuncte finden. Die Balanciers a, b und c stehen um je 120° von einander ab und stören daher das Gleichgewicht des Kopfstücks G nicht; die anderen Pumpen dd, ee, ff und gg sind jedesmal paarweis einander gegenüberstehend angebracht. Ist an einer Pumpe etwas zu repariren, so ist jedesmal die zugehörige ebenfalls zeitweilig außer Gang zu setzen.

Der Gang der Maschine ist sehr einfach; der Dampf strömt in den kleinern Cylinder und hebt den Kolben nebst dem an demselben befestigten Kopfstücke, sowie die gesammten Pumpenhebel, wobei er gleichzeitig mit einer solchen Expansion wirken kann, daß er eben nur die aufwärts gehende Bewegung der gesammten Masse bewirkt. Ist der Kolben gehoben, so muß eine Pause von 1 bis 2 Secunden eintreten, damit sich die Klappen in dem Wasserpumpenkolben schließen können; während dieser Zeit muß die bedeutende Last am Fallen verhindert und schwebend erhalten werden, und hierzu dient der hydraulische Apparat DF.

Wenn sich der Kolben in die Höhe bewegt, so werden auch die beiden Kolben FF aufgehoben, dabei tritt das Wasser aus den Standröhren d′d′ diesen Kolben durch Vermittelung von d″ nach. Ist aber der Kolben im höchsten Puncte seines Hubes angelangt, so schließen sich die Kugelventile in d″ und erhalten den Kolben nebst anhängenden Theilen unbeweglich in der von ihm eingenommenen Stellung. Es können daher auch die Klappen in den Wasserpumpenkolben mit möglichst geringem Stoße durch ihr eigenes Gewicht sich schließen. Soll dann der Niedergang des Dampfkolbens beginnen, so wird das Gleichgewichtsventil Q gleichzeitig mit dem Ventile O im Wasserrohre gehoben, wobei das Wasser durch die Röhre d‴ wieder unter D abströmen und nach d′ treten kann. Der Dampf tritt aber jetzt durch das Rohr q nach dem obern Theile der Cylinder, und es hält sich hier oberhalb und unterhalb des kleinern Kolbens der Dampf das Gleichgewicht, während der Dampf auf den größern ringförmigen Kolben wirkt und denselben um so stärker bewegt, als der unter demselben befindliche Raum mit dem Condensator stets in Verbindung steht. Durch den Dampfdruck, in Ver-

einigung mit dem Gewichte der am Kolben befindlichen schweren Theile, werden hierbei die Balanciers niedergedrückt und setzen dabei die Wasserpumpen in Thätigkeit. Nach beendetem Niedergange ist vor Beginn des nächsten Spieles durch Oeffnung des Dampfabführventils über den Kolben ein luftleerer Raum hervorzubringen.

Der beschriebene hydraulische Apparat verrichtet seine Dienste so gut, daß man sich bestimmt hat, bei den noch zu erbauenden anderen Maschinen 8 Stück 73zöllige Pumpen anzuwenden, welche man bei der hier beschriebenen nur deßhalb durch 11 Stück 63zöllige ersetzt hatte, weil man fürchtete, es möchten sich bei den so großen Wasserpumpenkolben nachtheilige Stöße beim Umsetzen der Bewegung zeigen.

Die zur Maschine gehörenden 5 Kessel befinden sich in dem Kesselhause C der Fig. 6, in welcher B B die Wasserzüge sind; diese Kessel haben 30' Länge und 6' Weite mit einem Feuerrohre von 4' Weite; der Zug geht dann unter den Kesseln zurück und spaltet sich vorn in zwei Seitenzüge. Ueber den Kesseln ist ein Dampfreservoir, 4½' weit und 42' lang, welches mit jedem Kessel in Verbindung steht; von hier aus geht das 2' weite Dampfrohr nach dem Cylinder. Der Dampfraum in dem Reservoir, Kesseln und Dampfrohr beträgt ungefähr 1320 Cubikfuß, weshalb auch das mechanische Fortführen von Wasser nicht eintritt und ein möglichst gleichförmiger Dampfdruck während des Kolbenaufganges erhalten wird. Die Kessel liefern genügenden Dampf, um die Maschine mit einer reinen Wirkung von 400 Pferdekräften arbeiten zu lassen, bei den folgenden Maschinen soll indessen Dampf für 500 Pferdekräfte erzeugt werden.

Bei Errichtung der Maschine wurde ein Raum von 1½ Acker im See durch einen Damm abgeschlossen und ausgepumpt; nach Herstellung einer Pfahl=

rostgründung wurde das Mauerwerk zum Thurme 21 Fuß unter dem Wasserspiegel des Sees begonnen. Der See ist im Durchschnitt 13 Fuß tief, und es hat daher die Maschine in den Wasserpumpen in demselben Verhältniß eine höhere Wassersäule zu heben, in welchem durch Wirkung derselben sich der Wasserspiegel erniedrigt; zu dem Ende kann das Gewicht der Kolben und des Kopfstücks diesen Wassersäulen entsprechend verändert werden. Aber auch jetzt schon läßt sich die Wirkung der Maschine bei so hohen Wassersäulen prüfen, wenn in den Schleusen B B, die dem Wasser den Zutritt zu den Pumpen gewähren, bei geschlossenen Thoren die Pumpen in Thätigkeit gesetzt werden. Bei der Prüfung erfolgte dies in der Art, daß die Maschine unter die ungünstigsten Verhältnisse versetzt wurde, und es zeigte sich, daß sie mit 94 Pfd. guter Waleser Kohle eine Wirkung von 75 Millionen Fußpfund hervorbrachte. Bei 13 Fuß Hub wurden hierbei 63 Tonnen Wasser für jedes Spiel ausgegossen.

Die Maschine ist mit 2 Cylindern versehen, weniger um den Dampf mit stärkerer Expansion zu benutzen, als vielmehr um eine größere Stabilität zu erlangen und das sonst erforderlich gewesene zu große Gewicht der zu hebenden todten Masse zu vermindern. Bei Anwendung eines Cylinders hätte der Kolben nebst Kopfstück u. s. f. ein Gewicht von 125 Tonnen haben müssen, um dem Gegendrucke des Wassers und der Reibung das Gleichgewicht zu halten; ein so bedeutendes Gewicht wäre aber schwer zu behandeln gewesen, und es würde namentlich Schwierigkeit gemacht haben, die Kraft dem jedesmaligen, hier veränderlichen Betrage der Wasserlast anzupassen, namentlich wenn eine Veränderung des Widerstandes durch Vermehrung der Kolbenreibung in Folge vermehrter Unreinigkeit des Wassers entsteht. Bei dem

hier [illegible] [illegible], wo der Dampfdruck [illegible] Gewichte ergänzt, ist immer mehr als 85 Tonnen für die [illegible] Kräften [illegible] [illegible], da durch größere oder geringere Expansion des Dampfes die erforderliche Veränderung in der Dampfkraft erfolgen kann.

Die gesammte bewegbare Wassermenge des Haarlemer Sees beträgt 800 Millionen Tonnen; nimmt man aber 1000 an, so kann diese Wassermenge durch die 3 Dampfmaschinen in 400 Tagen gehoben werden. Später muß dann der entwässerte Grund durch fortgesetzte Thätigkeit der Maschine trocken gehalten werden. Nach 91jährigen meteorologischen Beobachtungen ist die jährliche Regenmenge, welche auf den Flächenraum des Sees fällt, 54 Millionen Tonnen, und die größte im Laufe eines Monats zu erwartende Wassermenge 36 Millionen Tonnen; die Hebung letzterer Menge kann durch 1084 Pferdekraft vollbracht werden.

Die Kosten der Leeghwatermaschine nebst Haus u. s. w. betrugen 36000 Pfd. St., wovon 15000 Pfd. St. auf das Gebäude und die Nebenarbeiten kommen. Zur Gründung wurden 1400 Pfähle 40 Fuß tief in einen Grund von hartem Sand gestoßen und auf deren Köpfe in einer Tiefe von 21 Fuß unter dem Wasserspiegel des Sees eine Plattform gelegt; auf dieser wurde in einer Entfernung von 22 Fuß vom Maschinenhause ein starke, mit Bogenöffnungen durchbrochene Mauer aufgeführt und oberhalb zwischen dieser Mauer und dem Maschinenhause ein starkes eichenes Gerinne eingelegt. Die Pumpen stehen nun unten auf der Plattform jedesmal einer Maueröffnung gegenüber und gehen durch das eichene Gerinne, welches sie etwa 3 Fuß überragen. Das Gerinne führt das Wasser durch Schleußenthore ab nach dem Canale, welcher dasselbe nach dem Meere führt.

Eine Dampfmaschine, welche nach gewöhnlicher Einrichtung zu Zwecken der Entwässerung ein Schöpfrad oder eine archimedische Schraube bewegt, braucht für jede Pferdekraft reiner Leistung in der Stunde 15 Pfd. Kohlen; nimmt man nicht die reine Leistung, sondern berechnet man die Kraft nach dem Dampfdrucke auf den Kolben, so wird diese Größe wesentlich kleiner. Bei einer großen Dampfmaschine, die ein Schöpfrad bewegt, wurde bei einem achtstündigen Versuche die reine Leistung der Maschine anfänglich zu 73 Pferdekraft mit 15 Pfd. Kohlen per Stunde und Pferdekraft gefunden, während zuletzt bei vermehrter Hebungshöhe die Leistung der Maschine nur noch 33 Pferdekräfte betrug und der Kohlenverbrauch 24 Pfd. per Stunde und Pferdekraft. Bei der hier beschriebenen Maschine werden 2½ Pfd. Kohlen per Stunde und Pferdekraft erfordert, wenn die reine Leistung 350 Pferdekräfte beträgt.

Wenn die Leeghwatermaschine auch nach keinem neuen Principe construirt ist, so ist sie doch insofern höchst bedeutungsvoll in der Geschichte des Dampfmaschinenwesens, als sie einmal die größte stehende Dampfmaschine ist und unwiderleglich nachweiset, daß durch ein derartiges Constructionssystem sehr große Wassermassen mit sehr geringen Kosten auf kleine Höhen gehoben werden können, während der Vortheil so bedeutender Leistung bisher nur auf die Hebung kleiner Wassermengen auf bedeutende Höhen eingeschränkt war. Durch das gewählte Wasserhebungssystem werden etwa 100000 Pfd. Steinkohlen gegen die Ausführung mit Maschinen nach dem gewöhnlichen Constructionssysteme erspart und 170,000 Pfd. Steinkohlen gegen Anwendung von Windmühlen. Was die jährlichen Unterhaltungskosten anlangt, so ist das gewählte System ebenfalls billiger; es sind nämlich bei demselben die jährlichen Ausgaben auf 4500 Pfd. Steinkohlen, bei

dem zweiten Systeme auf 6100 Pfd. Steinkohlen und endlich bei dem dritten auf 10,000 Pfd. Steinkohlen geschätzt worden.

2. Wasserhebungsmaschinen mit Winkel-Balancier oder Kunstkreuz.

Kreuze oder Winkelbalanciers (Fig. 28, Taf. XI.) müssen jedesmal dann bei Wasserhebungsmaschinen angewendet werden, wenn die Pumpen saugend und hebend, oder die Kunstsätze hohe Saugsätze sind. Das Ende des horizontalen Armes von dem Kreuz, an welchem das Pumpengestänge nicht hängt, ist mit einer eisernen Stange versehen, an welche Gewichte von dem Belang aufgehängt worden sind, um das überflüssige Gewicht des Gestänges ausgleichen zu können, welches nur hinreichend zu sein braucht, um den Niedergang zu bewirken.

Der Dampfcylinder liegt alsdann horizontal und theilt die Bewegung dem Balancier mit, und zwar durch eine Lenkstange, die mit dem Ende des senkrechten Arms verbunden ist.

Wir kennen jedoch keine einfach wirkende Wasserhebungsmaschine dieser Art. Häufig findet man Kreuze bei kleinern Wasserhaltungsmaschinen, die aber doppeltwirkend und rotirend sind und auf die wir zurückkommen.

Es ist nicht selten der Fall, daß eine Grube auflässig wird, d. h., aus irgend einem Grunde nicht mehr betrieben werden, und daß alsdann die auf derselben befindliche Wasserhaltungsmaschine nicht mehr gebraucht werden kann. Um sie jedoch von ihrer einmaligen Stellung aus, d. h. ohne sie abzubrechen und bei einem andern Schacht wieder aufzustellen, dennoch zu benutzen, verbindet man sie mit dem Kunstkreuz über dem Schacht mittelst eines Gestänges, eines so-

genannten Feldgestänges. Jedoch ist dazu auch eine doppeltwirkende Rotationsmaschine erforderlich, und die Gestänge geben stets zu einer großen Reibung Veranlassung.

3. Wasserhebungsmaschinen ohne Balancier.

Balanciers sind stets ein großer Uebelstand für die Dampfmaschinen, indem sie dieselben complicirter und kostbarer machen und die Reibung vermehren, weßhalb man sie auf alle mögliche Weise zu vermeiden gesucht hat. Man hat daher dem Schachtgestänge die Triebkraft unmittelbar mitgetheilt, indem jenes eine Verlängerung der Dampfkolbenstange bildet.

Wir erwähnen zweier Maschinen dieser Art: die eine steht zu Dügrée bei Lüttich im Betriebe, arbeitet mit 300 Pferdekräften und treibt das Hohofengebläse, während sie auch Wasser aus einer Steinkohlengrube hebt.

Eine andere Maschine ist auf der Steinkohlengrube Bonne-Fortune zu Ans in Belgien aufgestellt, ist ebenfalls einfachwirkend und arbeitet mit Hochdruckdämpfen ohne Condensation.

Es würde unter andern Umständen, als den vorliegenden, z. B. bei einem leichten Schachtgestänge, möglich sein, auch doppelt wirkende Maschinen anzuwenden, jedoch würde dies durchaus nicht zweckmäßig genannt werden können, indem Wasserhaltungs-Dampfmaschinen einfach wirkend sein müssen. Will man de Dampf bei Maschinen mit directem Zug auf de Kolben wirken lassen, um seine Kraft der Schwer des Gestänges hinzuzufügen, so daß das Wasser i den Steigröhren aufgehen muß: so wirkt das Schach gestänge drückend und dieser Druck veranlaßt Seite biegungen, wodurch ein Kraftverlust entsteht und da

Gestänge mehr oder weniger bald in Unordnung gebracht wird.

Die Maschine muß daher unter den obigen Bedingungen betrieben werden, indem dieselben unter den jetzigen Umständen unerläßlich sind, denn sie muß 1. wegen der geringen Kolbenoberfläche, auf die der Dampf drückt, um das Gewicht des Gestänges zu überwinden, mit Hochdruck arbeiten. 2. Sie muß einfach wirkend sein, weil das Gewicht des Gestänges mehr als hinreichend ist, um das Wasser auszudrücken. 3. Die Maschine muß beim Niedergange des Kolbens ohne Condensation arbeiten, denn man könnte sie während dieses Niederganges nicht gebrauchen, indem das Gewicht des Gestänges weit bedeutender ist, als das Gewicht des zu hebenden Wassers und als die Kraftverluste. Ueberließe man das Gestänge sich selbst, so würde es plötzlich zurückfallen, nachdem es den höchsten Standpunct erreicht hätte, und würde Brüche veranlassen, sowohl bei den Kunstsätzen, als auch bei der Dampfmaschine. Man muß daher unter dem Kolben, während dessen Niedergange, Dampf in den Cylinder lassen. Seine Spannung ist so regulirt, daß der Niedergang nicht gehindert wird, und daß er jedoch hinreicht, um nicht zu plötzlich zu erfolgen. Beim Aufgange des Kolbens würde jedoch die Condensation ganz zweckmäßig sein.

Bei den bis jetzt angewendeten, direct wirkenden Wasserhebungs-Dampfmaschinen mußte das Gesammtgewicht des Schachtgestänges, der Pumpenstangen, des Dampfkolbens, der Kolbenstange u. s. w., im Verhältniß zu dem Gewichte der zu hebenden Wassersäule, sehr genau bestimmt werden. Bei einfach wirkenden Maschinen muß dieses Gewicht, nach Abzug der Kraftverluste, gleich dem Gewichte der Wassersäule und bei doppelt wirkenden Maschinen, gleich der Hälfte des Gewichts derselben sein.

Man wird leicht einsehen, daß diese Bedingung nur schwer zu erfüllen ist, indem das Gestänge noch einer andern, noch wichtigern Bedingung entsprechen muß. Es muß nämlich den Brüchen, welche bei dem Gange der Maschine veranlaßt werden könnten, Widerstand zu leisten, entgegengewirkt werden. Man muß daher zu dem Schachtgestänge ein Material benutzen, welches nicht leicht ist, so daß dessen vorherige Berechnung keine Schwierigkeiten hat.

Bis jetzt hat man bei den direct wirkenden Maschinen dieser Art zur Ausgleichung des überschüssigen Gewichts ein Gegengewicht angewendet, welches mit dem einen Ende einer Kette verbunden, deren anderes Ende an dem obern Theil der Dampfkolbenstange befestigt ist, und deren mittlerer Theil über eine Rolle läuft. Auch Gegenbalanciers hat man angewendet.

Bei der Maschine der Grube **Bonne-Fortune**, die wir hier beschreiben, wird das Uebergewicht durch eine Art Presse (**comprimeur**) ausgeglichen. Der Apparat besteht in einer Röhre, welche von dem Cylinderboden aus und in einen Wasserbehälter geht. Im Innern dieser Röhre ist irgend eine Schließplatte angebracht, die man mit der Hand bewegen und mit deren Hülfe man den Querschnitt der Röhre verändern kann. Wenn man Dampf unter den Cylinder einströmen läßt, so ist die Verbindung zwischen demselben und der Preßröhre unterbrochen; sie stellt sich wieder her, sobald der Kolben seinen höchsten Standpunct erreicht hat und wieder niedergeht. In dem Augenblick des Niederganges sucht der Dampf, in Folge seiner Spannung und der Einwirkung des Kolbens, durch die Preßröhre in die Atmosphäre zu entweichen, welche, da sie einem schnellen Ausströmen keinen hinreichenden Querschnitt darbietet, dem Dampf gestattet, dem zu schnellen Niedergange des Kolbens einen zweckmäßigen Widerstand zu leisten.

II. Werkzeugs-Dampfmaschinen.

Die Werkzeugs-Dampfmaschinen haben den Zweck, in den Werkstätten die Rotationsmaschinen bei allen Operationen zu ersetzen, bei welchen die Arbeit unterbrochen oder fast augenblicklich ist.

Es sind diese Maschinen hauptsächlich wegen der Einfachheit ihrer Construction bemerkenswerth; sie arbeiten weder mit Expansion noch Condensation und es würde auch gar nicht zweckmäßig sein, die eine oder die andere dabei anzuwenden.

Die Fig. 1 und 2, Taf. XXIII stellen eine Maschine dar, welche zum Bohren oder Lochen, und zum Schneiden von starkem Blech zu Dampfmaschinenkesseln angewendet wird. Die Fig. 3, 4, 5 und 6 stellen die einzelnen Theile der Durchschlags und der Scheere dar, welche sehr leicht wechseln können. Später hat man die Lenkstange, die Kurbel und das Schwungrad weggelassen und wendet statt dessen einen hölzernen Balken an, gegen den der Kopf der Verbindung der Kolbenstange mit dem Hebel des Werkzeuges stößt.

Fig. 7 und 8 geben eine Skizze von dem sinnreichen Dampf- oder Stempelhammer, den der Franzose Bourdon zu Creusot und der Engländer Nasmyth zu gleicher Zeit erfunden und construirt haben. Der Dampf tritt unter den Kolben und hebt den Hammer mehr oder weniger hoch, worauf er ausströmt und der Hammer durch seine eigene Schwere, mit beliebiger Geschwindigkeit fällt*).

---

*) Sehr genaue Beschreibungen und Abbildungen verschiedener Arten dieser Maschine findet man in meiner „Practischen Eisenhüttenkunde" (beim Verleger dieses Werks) Bd. IV, S. 28 rc. des erklärenden Textes. H.

III. Doppelt wirkende Gebläse-Maschinen.

A. Ohne Rotation.

Die doppelt wirkenden Dampfmaschinen ohne Rotation werden, wie wir schon weiter oben bemerkt haben, am häufigsten zur Bewegung der Gebläsekolben angewendet.

Die Maschine besteht in diesem Falle aus zwei Haupttheilen, nämlich dem Motor und dem Gebläse.

Der Motor oder die Triebmaschine ist nach denselben Principien construirt, als die rotirenden Dampfmaschinen, von denen wir weiter unten reden werden; jedoch fehlen ihr diejenigen Theile, welche ausschließlich zur Verwandlung der wiederkehrend geradlinigten Bewegung des Triebkolbens in die continuirlich rotirende einer Welle angewendet werden.

Das Gebläse besteht aus einem Cylinder, in welchem sich ein Kolben bewegt, der seine Bewegung von dem Triebkolben auf verschiedene Weise, je nach den relativen Stellungen der Achsen beider Apparate, erhält. Diese Stellungen sind aber entweder senkrecht oder horizontal.

In beiden Fällen stehen entweder der Trieb- und der Gebläse-Cylinder fest, oder der eine oder der andere ist schwingend, obgleich schwingende Cylinder selten sind. Lauf und Geschwindigkeit der beiderlei Kolben sind gleich unter einander. Es folgt daraus, daß die Kolbenstangen entweder so unter einander verbunden sind, daß sie zusammen eine bilden, oder daß diese Verbindung durch einen einfachen Uebertragungs-Apparat bewirkt worden ist.

Da sich die Achsen der Cylinder horizontal oder vertical treffen können, so sieht man, daß vier Fälle

doppelt wirkender Maschinen ohne Rotation vorkommen können, nämlich:

Senkrechter Triebcylinder	Verticaler Gebläse-Cylinder.
	Horizontaler Gebläse-Cylinder.
Horizontaler Triebcylinder	Verticaler Gebläse-Cylinder.
	Horizontaler Gebläse-Cylinder.

1. Trieb- und Gebläse-Cylinder senkrecht.

Es giebt zwei Einrichtungen, welche in diesem Fall entsprechen.

Der erstere besteht darin, die beiden Cylinder über einander zu stellen, so daß sie eine und dieselbe Achse haben. Diese Einrichtung, welche man zuweilen anwendet, ist die einfachste, welche man sich denken kann; das einzige Nachtheilige, welches sie darbietet, besteht darin, die Größe der Kraft, welche zur Hebung und zur Senkung der Kolben erforderlich ist, ungleich zu machen. Die Maschine muß alsdann, wie die weiter oben erwähnte Wasserhaltungsmaschine zu Dugrée, einfach wirkend sein, wenn der obige Nachtheil verschwinden soll. Dies kann aber auch nicht anders bewirkt werden, als mit Hülfe eines bedeutenden, an die Kolbenstange aufgehängten Gewichts, und dies ist nur dann möglich, wenn die Maschine auch zur Wasserhaltung dient, wie die erwähnte.

Die zweite Einrichtung besteht darin, die beiden Cylinder an den Enden eines Balanciers anzubringen und die Kolbenstange durch Parallelogramme mit denselben zu verbinden. Diese Einrichtung, welche fast ausschließlich angewendet wird, ist der beste Typus für Gebläsemaschinen und hat gegen die vorhergehende den großen Vorzug, das Gewicht der beiden Kolben gegenseitig auszugleichen.

2. Triebcylinder senkrecht und Gebläsecylinder horizontal.

Die in diesem Falle zweckmäßigste Einrichtung besteht darin, die Bewegung des Triebkolbens der des Gebläsekolbens durch einen Winkelbalancier mitzutheilen, dessen beide Arme einen rechten Winkel machen. Die Enden der beiden Arme müssen entweder mit Lenkern und Gegenlenkern, oder mit Parallelogrammen versehen sein.

Diese Einrichtung ist wegen ihrer Einfachheit zweckmäßig; allein die Gebläsecylinder haben gewöhnlich einen bedeutenden Durchmesser, und wenn man sie horizontal anbringt, so werden sie oval. Nun kann man freilich diesen Fehler leicht dadurch verbessern, daß man sie horizontal ausbohrt. Außerdem ist auch die Reibung des Kolbens bedeutender, als bei senkrechten Gebläsecylindern, bei denen nur die Liederung allein reibt.

3. Triebcylinder horizontal und Gebläsecylinder senkrecht.

Dieser Fall, der umgekehrte von dem vorhergehenden, löst sich durch dieselbe Einrichtung, wie die vorhergehende, allein sie hat nicht dieselben Nachtheile; denn eines Theils sind die Dampfcylinder selten so weit und so dünn, daß man leicht das Ovalwerden zu fürchten hat, und andern Theils ist auch die Reibung der Liederung des Dampfcylinders nicht viel bedeutender, als wenn er steht.

Der Vortheil, den diese Einrichtung darbietet, alle beweglichen Maschinentheile in geringer Entfernung von der Sohle des Gebäudes anzubringen und die Einfachheit der ganzen Vorrichtung sind der Grund, weßhalb man sie als eine der besten betrachten darf.

die es giebt; jedoch ist sie, unseres Wissens, noch gar nicht angewendet worden.

4. Trieb- und Gebläse-Cylinder horizontal.

Nach dem, was wir über den zweiten Fall gesagt haben, bleibt uns über den letzten wenig zu sagen übrig. Da beide Kolbenstangen auf einer Linie mit einander verbunden sind, wie bei der ersten Einrichtung des ersten Falles, so bleibt die auf beiden Seiten zu verbrauchende Kraft dieselbe; allein die Reibung der Kolben ist auch in beiden Cylindern stark. Obgleich die Einrichtung daher sehr einfach ist, so kann sie doch auch nicht glücklich genannt werden.

Uebrigens sind in allen vier Fällen die Formen und Dimensionen des Gebläses fast dieselben.

Wir wollen nun die gewöhnlichste Einrichtung der Gebläse-Maschinen, nämlich die des ersten Falles, durch eine Skizze des Gebläses zu Decazeville in Frankreich, so wie durch eine genaue Beschreibung eines oberschlesischen Gebläses, näher kennen lernen.

Die Fig. 9, Taf. XXIII., stellt die Skizze von dem zweckmäßig eingerichteten Gebläse zu Decazeville im französischen Aveyron-Departement dar, und es bezeichnen auf der Figur:

- A den senkrechten Gebläsecylinder;
- B den Gebläsekolben, der durch einen Balancier mit Parallelogramm in Bewegung gesetzt wird;
- C, C' die Saugventile für die Luft.
- C'', C''' die Auslaßventile für die verdichtete Luft;
- D den Luftsammelkasten;
- E die Windleitung zum Regulator;
- F den Regulator.

Der Letztere ist hier kugelförmig und hat einen constanten räumlichen Inhalt. Regulatoren mit constantem Inhalt sind die besten, allein es ist unnütz, ihnen die kostbare Form einer Kugel zu geben, indem ein Cylinder aus dünnem Blech hinreicht. Gemauerte Windbehälter taugen nichts, denn wenn man sie auch noch so sorgfältig herrichtet, so geht doch stets Wind verloren. Bei G ist ein kleiner Kolben oder Katarakt, um die Anzahl der Kolbenzüge mit dem Windverbrauch ins Verhältniß zu bringen.

Bei H befindet sich ein Klappenventil, welches durch einen kleinen Kolben I bewegt wird, dessen untere Seite mit dem Windkasten in Verbindung steht. Dies Ventil hat denselben Zweck wie die Klappen C'' C''', d. h. sich beim Auslassen zu öffnen und beim Ansaugen zu schließen.

Wenn demnach die gedachten Klappen in schlechtem Zustande sind, so schließt sich die Klappe H und hält einen Theil der Luft, welche zu entweichen sucht, zurück.

Bei K befindet sich ein Sicherheitsventil, welches einen zu starken Druck im Regulator verhindert, sobald der Verbrauch des Windes zu gering ist und der Katarakt G in Unordnung geräth, so daß die Maschine ununterbrochen wirkt.

Bei den doppelt wirkenden Maschinen ohne Rotation wird die Dampfvertheilung gewöhnlich durch Ventile bewirkt, da es unerläßlich ist, am Ende des Kolbenlaufs eine augenblickliche Entleerung zu veranlassen, indem sonst Stöße des Kolbens gegen den Cylinder-Boden und Deckel entstehen.

Die Enden des Balanciers sind auch zu dem Ende mit Querstücken L versehen, welche auf Balken aufschlagen, wie wir es bei den einfach wirkenden Maschinen sahen.

Man ersieht hieraus, daß es nur in dem Falle

zweckmäßig ist, doppeltwirkende Maschinen ohne Rotation anzuwenden, wenn die Maschine eine sehr bedeutende Kraft hat. Anderntheils müssen die Kolben in den Cylindern auch einen bedeutenden Spielraum erhalten, wenn man das Aufschlagen der Querbalken L bei jedem Hub vermeiden will.

Wenn demnach die Kraft dieser Maschinen die von 50 Pferden nicht übersteigt, so zieht man es vor, sie durch Hinzufügung von Bläuel, Kurbel, Welle und Schwungrad in Rotation zu setzen. Es ist alsdann möglich, durch Excentriken bewegte Schieber anzuwenden, die den Kolbenlauf beschränken und einen geringern Spielraum gestatten.

Bei großen Gebläsen ist es daher weit besser, Maschinen ohne Rotation anzuwenden. Der an dem Ende eines jeden Kolbenzuges alsdann stattfindende Stillstand gestattet es alsdann den Windklappen, sich durch ihr eigenes Gewicht zu schließen, wie es bei Rotationsmaschinen nicht stets der Fall ist, besonders bei großen Geschwindigkeiten, und wodurch Windverluste veranlaßt werden. Andererseits ist es, bei starkem und meistens sehr veränderlichem Windverbrauche, höchst wichtig, nur die durchaus nothwendige Anzahl der Kolbenzüge zu geben.

Dampfmaschine von 100 Pferden, zum Betriebe eines Gebläses der Laura-Hütte in Oberschlesien,

ausgeführt von dem Mechaniker Grose zu Swineat bei Camborne in Cornwall.

(Hierzu die Abbildungen auf den Tafeln XXV., XXVI., XXVII., XXVIII., XXIX. und XXX.)

Diese doppeltwirkende Hochdruckdampfmaschine, welche mit Expansion, Condensation und Katarakt arbeitet, dient zum Betriebe des Gebläses für die Hohöfen, Cupolöfen und Feineisenfeuer auf dem Hohofen-Puddlings- und Walzwerke Laura-Hütte in Oberschlesien, und hat bei einer Dampfspannung von zwei Atmospären über den äußern Luftdruck und bei $\frac{1}{3}$ Füllung des Dampfcylinders eine Kraft von 100 Pferden.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. XXV., Fig. 1. Grundriß des Maschinengebäudes und horizontaler Durchschnitt nach der Linie A, B des Längendurchschnitts auf Tafel XXVI. Das Maschinengebäude wird durch die von Werkstücken aufgeführte Balanciermauer I in zwei Abtheilungen getrennt, von denen die rechtseitige den Dampf-Cylinder A, den Katarakt und die Steuerung, die linkseitige aber den Gebläsecylinder B und den Condensationsapparat enthält.

Taf. XXVI. und XXVII., Fig. 2. Seitenansicht und senkrechter Längendurchschnitt der Maschine, der Balanciermauer und des Fundaments von Werkstücken.

Taf. XXVIII., Fig. 3. Senkrechter Schnitt durch das obere und untere Ventilgehäuse und die Verbindungsröhre.

Fig. 4. Horizontaler Schnitt durch das obere Ventilgehäuse, nach der Linie x, y in Fig. 3.

Fig. 5 und 6. Detailzeichnungen vom Dampfkolben.

Fig. 7 und 8. Desgleichen von den Dampfventilen.

Fig. 9. Senkrechter Schnitt durch die Luft- und Kaltwasserpumpe und die hölzerne Wassercisterne.

Taf. XXIX. und XXX. Detailzeichnungen von der Steuerung und dem Katarakte oder Hubzähler.

Im Folgenden sollen nun zuerst die Haupttheile der Maschine kurz beschrieben und nächstdem das Spiel der Steuerung, sowohl mit, als ohne Katarakt, speciell entwickelt werden.

Dampfcylinder und was dazu gehört.

Der Dampfcylinder g (Fig. 1, Taf. XXVI. und XXVII.) ist zur Verhütung der Abkühlung in einem Abstande von $1\frac{1}{2}$ Zoll mit einem gußeisernen Mantel g' umgeben, und in den dadurch gebildeten Zwischenraum, sowie in den hohlen Boden A wird durch die in Tafel XXV. punctirt angedeutete Röhre, welche bei (17) und (16) mündet, Dampf eingeführt. Zur Abführung des Fettes, welches sich unterhalb des Kolbens sammelt, dient eine kreisförmige Rinne im Boden des Cylinders, welche durch einen Canal mit einem Hahne m in Verbindung steht. Der Cylinderboden ist durch vier starke Schraubenstangen mit dem in Cement gemauerten Sandsteinfundamente verbunden. Der Cylinderdeckel m ist mit einem sogenannten falschen Deckel m'' versehen und der hohle Raum zwischen beiden zum Zusammenhalten der Wärme [illegible] Sägespänen ausgefüllt. Die Stopfbüchse der [illegible] stange hat eine mehr als gewöhnliche Höhe [illegible] durch einen messingenen Korb o in zwei [illegible]

demnächst diese Dämpfe durch die hohle Säule F und das Rohr H H^1 in den Condensator führt.

Ventile.

Die früherhin bemerkten vier Ventile sind doppeltschließende Kapselventile, welche zuerst von Grose bei Hochdruck-Maschinen angewendet sind. Das untere Condensator-Ventil δ^1 (Fig. 3) besteht, wie die übrigen, aus dem eingekitteten und durch Riegel und Bolzen befestigten Ventilsitze und dem eigentlichen Ventile. Ersterer ist aus einem Stücke gegossen, indessen kann man daran unterscheiden: den Ring α, das im horizontalen Durchschnitt kreuzförmige Stück α' und die concave Scheibe α''. Die unter einem Winkel von 45° geneigten schmalen Kegelflächen, wodurch der Schluß bewirkt wird, befinden sich an der inneren Peripherie des Ringes α und am äußern Umfange der Scheibe α''. Das Ventil besteht aus einer oben und unten offenen, in der Mitte ausgebauchten und mit vier Leitungsrippen versehenen Kapsel δ', welche am obern Ende inwendig, dagegen am untern Rande auswendig ebenfalls Kegelflächen hat, die mit denen des Ventilsitzes einen dampfdichten Schluß bilden. In den Fig. 7 und 8 sind diese Ventile mit ihren Sitzen in der Oberansicht und im senkrechten und horizontalen Durchschnitt besonders gezeichnet, woraus zugleich die verschiedene Größe der Dampf- und Condensatorventile zu ersehen ist.

Die Anwendung dieser Kapselventile gewährt wesentliche Vortheile, indem solche, mit Ausnahme der schmalen Schlußflächen, keinen Dampfdruck erleiden und nur halb so hoch gehoben zu werden brauchen, um dieselbe Dampfmenge durchzulassen, wie andere Ventile von derselben Größe. Sie gestatten also bei der bedeutenden Größe und einer leichten Steuerung ein rasches Oeffnen und Schließen, und ihr leises Auf-

schlagen verbürgt eine längere Dauer. Die Stopfbüchsen der Ventilstangen befinden sich in den kastenartigen Köpfen d, d', d'' und d''', welche oberhalb der Ventile mit den Gehäusen verschraubt sind.

Parallelogramm.

Die Verbindung der Steuerungsbäume, sowie die der Kolbenstangen des Dampf- und Gebläsecylinders und der Druckpumpe mit dem Balancier ist auf gewöhnliche Weise bewirkt, wie die Seitenansicht Fig. 2 deutlich macht, nur hat das Parallelogramm insoweit eine eigenthümliche Construction, als die festen Puncte desselben durch nachstehende Einrichtung verstellbargemacht sind. Oberhalb des Dampf- und Gebläsecylinders ist eine hohle gußeiserne Welle S in Lagern beweglich, welche in den Wänden des Maschinengebäudes befestigt sind. Auf derselben ist eine Achse T, welche von den Bändern des Parallelogramms umfaßt wird, mittelst zweier Oesen P und der Stellschrauben ψ horizontal festgeschraubt. Zwischen den gedachten Bändern und den Oesen P ist die Welle T durch die Schraubenmuttern ε mit zwei horizontalen und an der Balanciermauer befestigten Stangen R verbunden. Mittelst der Schrauben ψ kann also die Achse T mit den Bändern des Parallelogramms senkrecht auf- und abwärts und durch die Schrauben ε in horizontaler Richtung nach Belieben verschoben und festgestellt werden.

Balancier.

Der Balancier besteht aus zwei mit einander parallelen Hälften, die durch acht eingekeilte Achsen und acht traillenförmige Distanzstücke verbunden sind. Die Zapfenlagerständer ruhen auf gußeisernen, an beiden Enden offenen Kasten, durch welche starke ela-

stische Balken parallel mit dem Balancier gelegt sind. Die Querstücke der schmiedeeisernen Fangeisen, womit die Köpfe des Balanciers armirt sind, kommen, wenn durch irgend einen Zufall der Hub die ihm vorgeschriebene Grenze überschreitet, mit diesen Balken in Berührung, welche durch ihre Elasticität successive die Bewegung des Kolbens vernichten und eine Zertrümmerung der Böden und Deckel beider Cylinder verhüten. Die unteren Messinglager der Balancierachse sind außerhalb geschlossen; die Schmiere kann also nur inwendig auslaufen, wird aber hier durch Kästchen aufgefangen und durch die Canäle q¹¹¹ in die Behälter Q¹¹ außerhalb der Zapfenlagerständer zur abermaligen Benutzung geleitet. Jeder Zapfenlagerständer wird durch zwei mit der Balanciermauer verankerte starke Schraubenstangen gehalten, welche zugleich zur Befestigung der Lagerdeckel benutzt werden und in Fig. 2 durch punctirte Linien angedeutet sind.

Gebläsecylinder.

Derselbe besteht aus dem durch vier starke Schraubenstangen mit dem Fundament verbundenen hohlen Boden, dem eigentlichen Cylinder B, dem oben aufgeschraubten, 14¼ Zoll hohen, Ring und dem Deckel. Der vertiefte und durch Rippen gesteifte, gefäßartige Deckel enthält außer der Stopfbüchse der Kolbenstange vier kreisförmige Oeffnungen zum Eintritt der Luft in den Cylinder beim Niedergange des mit Hanf gedichteten Kolbens. Die Ventile L¹¹¹ bestehen aus eisernen mit Leder gedichteten Scheiben, deren Stiele charnierartig mit Hebeln verbunden sind. Der Eintritt der Luft in den Cylinderraum unterhalb des Kolbens geschieht beim Aufsteigen desselben durch die zu beiden Seiten des Cylinderbodens angebrachten L¹¹, deren Klappen nach Innen aufschlagen. Das obere Windklappengehäuse G¹ ist mit dem vorhin erwähn-

ten Cylinderring, dagegen das untere G mit dem Cylinderboden verschraubt und gehörig gedichtet. Beide Gehäuse sind durch vier senkrecht stehende Röhren mit einander in Verbindung gesetzt und umschließen die vier schräg liegenden Windklappen, welche der im Cylinder wechselsweise ober- und unterhalb des Kolbens zusammengepreßten Luft den Ausgang gestatten.

Das im Boden des untern Klappengehäuses G mündende Rohr L führt die Luft in die außerhalb des Gebäudes auf einer Säule befestigte, aus Eisenblechen zusammengenietete Regulatorkugel von 22 Fuß Durchmesser, und von da aus strömt solche gleichförmig durch die Düsen in die Hoh- und Cupolöfen.

Condensations-Apparat und Kesselspeisepumpe.

Dieser ganze Apparat befindet sich in der aus starken eichenen Bohlen gefertigten Kaltwassercisterne K (Fig. 2 und 9, Taf. XXVI., XXVII. und XXVIII.) Die Achse der auf dem Condensator H befestigten Kesselspeisepumpe E liegt genau in der Ebene der Dampf- und Gebläsecylinderachsen, dagegen sind die Luftpumpe C, C¹ und die Kaltwasserpumpe D seitwärts abgebracht, so daß ihre Kolbenstangen außerhalb des Balanciers befestigt werden mußten.

Kaltwasserpumpe D. Der Stiefel derselben führt wasserdicht durch den Boden der Cisterne und steht mittelst des Saugerohrs K¹¹ mit dem eisernen Wasserreservoir K¹ außerhalb des Gebäudes in Verbindung. Die Ventile bestehen aus gußeisernen, mit Leder gedichteten Scheiben. Die Packung des Kolbens wird durch den mit 4 Armen versehenen Liederungsrings mittelst der auf der Kolbenstange befindlichen Schraubenmutter zusammengepreßt und kann erneuert werden, ohne daß der Kolben herausgenommen zu werden braucht. Durch die Oeffnungen in

dem Aufsatz des Stiefels ergießt sich das geförderte Wasser in die Cisterne K; da aber nur ein Theil davon benutzt wird, so fließt der Ueberfluß durch die Röhre k^1 in die Cisterne K^1 außerhalb des Gebäudes zurück.

Luftpumpe C^1. Die Luftpumpe hat mit dem Condensator einen gemeinschaftlichen Untersatz, worin sich, wie gewöhnlich, ein Klappventil befindet. Der im Stiefel der Luftpumpe auf- und niedergehende Kolben wird in bekannter Art mit Hanfflechten gedichtet und kann ebenfalls, ohne ihn herauszunehmen, geliedert werden. Der metallene Ventildeckel hat einen doppelten Schluß und wird durch die ebenfalls metallene Kolbenstange geleitet. Der obere mit Holz gefütterte Deckel bildet mit dem messingenen Rande des Stiefels einen luft- und wasserdichten Schluß. Das in den Aufsatz C dieser Pumpe gedrückte warme Wasser, welches nicht zur Speisung der Kessel benutzt wird, fließt durch die viereckige Röhre k^{111} in die Cisterne K^1 außerhalb des Gebäudes.

Condensator H. Derselbe steht oberhalb durch ein weites Rohr H^1 mit dem untern Ventilgehäuse am Dampfcylinder und unten mittelst des vorhin gedachten Klappventils mit der Luftpumpe in Verbindung. Behufs der Zuführung des Einspritzwassers ist mit demselben ein Röhrenstück verschraubt, welches in Fig. 1, (Taf. XXV.) durch punctirte Linien angedeutet und innerhalb des Condensators mit einem aufwärts gerichteten Brausestück versehen ist. Für den ununterbrochenen Betrieb, wenn also von dem Katarakt kein Gebrauch gemacht wird, dient der Injectionshahn h, welcher mittelst eines Handgriffs mehr oder weniger geöffnet oder ganz verschlossen werden kann. Wird dagegen der Katarakt in Thätigkeit gesetzt, so darf während der dadurch bewirkten Pausen kein Wasser einströmen, und deßhalb ist vor dem Hahne

h noch ein Ventil z¹ angebracht, dessen Spiel durch ein System von Hebeln von der Steuerung abhängig gemacht ist.

Kessel-Speise-Pumpe E. Der Stiefel dieser Pumpe ist auf dem Condensator befestigt und reicht bis zur Hälfte in diesen hinein. Der massive Kolben preßt bei seinem Niedergange das aus dem Luftpumpen-Aufsatze C mittelst des gebogenen Rohrs u und des Ventils i¹ angesogene warme Wasser durch das Ventil i¹¹ in die Speiseröhre der Dampfkessel. Da aber die Pumpe natürlich mehr Wasser liefert, als verdampft, so wird der Ueberfluß durch das beschwerte Ventil i¹¹¹ und die Röhre k in die Cisterne K¹ außerhalb des Gebäudes geführt.

Steuerung.

Die Steuerung, welche in Fig. 2 (Taf. XXVI und XXVII) wegen des zu kleinen Maßstabes nur unvollständig gezeichnet werden konnte, ist auf Tafel XXIX und XXX besonders abgebildet.

Fig. 1. Seitenansicht der Steuerung, vom Puncte X' (in Fig. 1) gesehen.

Fig. 2. Verticaler Durchschnitt nach der Linie GH (in Fig. 3), um die Verbindung der Ventilzugstangen p'', q'', r'' und s'' mit den Steuerungswellen p, q, r und s mittelst der Charnier-Hebel p', q', r' und s' deutlich zu machen.

Fig. 3. Vorderansicht der Steuerung, von der Balancier-Mauer aus gesehen.

Fig. 4. Katarakt.

Fig. 5, 6, 7 und 8. Die verschiedenen Stellungen der Quadranten auf den Wellen p und q.

Der größern Deutlichkeit wegen soll im Folgenden zuerst die Steuerung und der Gang der Maschine ohne Katarakt beschrieben werden.

Die Steuerung besteht zunächst aus den beiden gußeisernen Steuerungsständern a und a, welche oben und unten an der Balkenlage befestigt und mit den Zapfenlagern für die Steuerungswellen p, q, r und s versehen sind.

Diese Wellen stehen der Reihe nach mit dem untern und obern Condensator-Ventil δ' δ''' und dem obern und untern Dampfventil δ'', δ mittelst der kleinen Charnier-Hebel p', q', r', s', der Ventilzugstangen p'' q'' r'' s'' und der Hebel $\mathfrak{P}$, $\mathfrak{Q}$, $\mathfrak{R}^{IIII}$ und $\mathfrak{S}^{IIII}$ in Verbindung. Unterhalb des Fußbodens N sind die Ventilzugstangen p'', q'', r'', s'' mit Hebeln verbunden, welche sich auf den festliegenden Achsen $\mathfrak{R}^{II}$, $\mathfrak{S}^{II}$ drehen und durch Gewichte $\mathfrak{R}^{I}$, $\mathfrak{S}^{III}$, $\mathfrak{R}^{III}$ und $\mathfrak{S}^{I}$ belastet sind. Diese Gewichte haben das Bestreben, stets die Ventile zu öffnen.

Auf den Steuerungswellen q und s sind außerhalb des Ständers a die Fallen q^{III} und s^{III} befestigt, welche durch die Fallklinken $\mathfrak{q}$ und $\mathfrak{s}$ gehalten werden. Die beiden anderen Steuerungswellen p und r sind ebenfalls mit ähnlichen Fallen und Fallklinken p^{III}, r^{III} und $\mathfrak{p}$, $\mathfrak{r}$ versehen, jedoch befinden sich solche an der innern Seite des Ständers a und sind deßhalb in Fig. 1 (Taf. XXIX und XXX) bloß punctirt angedeutet. Die Fallen auf den Wellen p und q sind nur erforderlich, wenn der Kataract in Thätigkeit gesetzt wird, und werden daher beim gewöhnlichen Gange der Maschine permanent gelöset, wie später näher angegeben wird. Ein Blick auf die Zeichnungen zeigt, daß die Fallklinken den Zweck haben, die Wirkungen der Gewichte aufzuheben, so daß letztere erst dann die Ventile öffnen können, wenn vorher die dazu gehörigen Fallen gelöset worden sind.

Das Schließen der Ventile wird auf folgende Weise bewirkt: Auf den Steuerungswellen p, q, r, s sind die entsprechend gebogenen Arme $\mathfrak{p}'$, $\mathfrak{q}'$, $\mathfrak{r}'$ und $\mathfrak{s}'$

befestigt (Fig. 3) und ebenso an den beiden Steuerungsbäumen b, b die verstellbaren Holzknaggen p'', q'', r'' und s''. Die Knaggen p'' und q'' schließen genau zu Ende eines jeden Hubes, indem sie auf die Arme p' und q' der Steuerungswellen p und q wirken, abwechselnd das untere und obere Condensator-Ventil; da aber, wenn auf diese Weise das untere Condensator-Ventil geschlossen wird, gleich darauf das obere geöffnet sein muß, und umgekehrt, so sind auf den Steuerungswellen p und q, außerhalb des Steuerungsständers a, die Quadranten p''' und q''' befestigt, wodurch diese gegenseitige Abhängigkeit, wie später näher nachgewiesen, vollkommen bewirkt wird. Es ist einleuchtend, daß in dem Augenblicke, wo das untere Condensator-Ventil sich öffnet, das obere Dampfventil ebenfalls geöffnet werden, und dieselbe Abhängigkeit zwischen dem Spiel des obern Condensator-Ventils und des untern Dampfventils stattfinden muß. Zu diesem Zwecke ist an der Zugstange p'' des unteren Condensator-Ventils, unterhalb des Fußbodens N, ein Knaggen t befestigt, der beim Oeffnen dieses Ventils durch das Gewicht R', also beim Herabgehen der Stange p'', den Hebel t''' herabdrückt. Dieser einarmige Hebel hat am untern Ende der mit der Flurplatte verschraubten Stange v' seinen Drehpunct und ist mittelst einer Charnierstange v''' mit dem auf der drehbaren Welle w''' befestigten kurzen Hebel w' verbunden. An dem vordern Ende der Welle w''' ist ein zweiter kurzer Hebel x' angebracht, der wieder charnierartig mit der senkrechten Stange x''' in Verbindung steht. Oeffnet sich also durch das Herabgehen der Stange p'' das untere Condensator-Ventil, so wird gleichzeitig durch den eben beschriebenen Mechanismus die Stange x''' gehoben, welche mit ihrem obern Knopfe die Fallklinke r in die Höhe drückt, dadurch die Falle r''' löset und die Steuerungswelle r frei macht, so daß also das Gewicht

R''' die Zugstange r'' abwärts ziehen und das damit verbundene obere Dampfventil öffnen kann.

Das Oeffnen des untern Dampfventils mittelst des obern Condensator-Ventils geschieht ganz auf dieselbe Weise durch die Zugstange q'', den Knaggen t', die Hebel t'', v'', w, x und durch die Stange x''. Letztere drückt mit ihrem Knopfe die Fallklinke s in die Höhe und macht dadurch die Falle s''' frei, so daß alsdann das Gewicht S' mittelst der Stange s'' das untere Dampfventil öffnet.

Gang der Maschine mit Expansion, aber ohne Katarakt.

Steht die Maschine im höchsten Kolbenstande still, und sind alle Ventile geschlossen, so haben die Quadranten p''' q''' auf den Steuerungs-Achsen p und q die Stellung in Fig. 5, und sämmtliche Hebel die auf Taf. XXIX und XXX gezeichneten Lagen. Beim Anlassen der Maschine muß also zuerst das untere Condensator-Ventil und gleich darauf das obere Dampfventil geöffnet werden. Man löse zu diesem Zwecke die Falle p''' auf der Achse p durch Aufheben der Fallklinke p und befestige diese mittelst eines Vorsteckers so, daß sie nicht wieder einfallen kann, sondern der Achse eine freie Drehung gestattet. Durch diese Anordnung ist das Gewicht R' in Wirksamkeit gesetzt und öffnet nicht allein mittelst der Zugstange p'' das damit verbundene untere Condensator-Ventil, sondern auch gleichzeitig durch den früher beschriebenen Mechanismus das obere Dampfventil, indem nämlich der Knaggen t der Stange p'' mittelst des Hebelsystems und der Stange x''' die Fallklinke r aufhebt und somit das Gewicht R''' in Thätigkeit bringt. Durch das Drehen der beiden Steuerungswellen p und r kommen die darauf befestigten gebo-

genen Arme p' und r' in die punctirte Lage p''' und r''', und die Quadranten p^{III} und q^{III} sind gleichzeitig aus ihrer anfänglichen Lage (Fig. 7) in die in Fig. 8 bezeichnete übergegangen. Da in dieser Stellung der auf der Welle q befestigte Quadrant q''' ein Drehen derselben, also ein Oeffnen des damit verbundenen obern Condensator-Ventils mittelst des Gewichts S^{III}, vollkommen verhindert, so kann die Fallklinke q nunmehr gelöset und in dieser Stellung befestigt werden.

Der Cylinderraum oberhalb des Kolbens steht jetzt mit dem Dampfkessel, dagegen der Raum unterhalb desselben mit dem Condensator in Verbindung, und in Folge des Dampfdrucks bewegt sich also der Kolben abwärts und mit ihm gleichzeitig die am Parallelogramm befestigten zwei Steuerungsbäume b und b. Hat der Kolben einen gewissen Theil seines Weges zurückgelegt, der von dem Grade der in Anwendung gebrachten Expansion abhängig ist, so trifft zuerst der Knaggen r'' am Steuerungsbaum b den gebogenen Arm der Welle r, drückt ihn aus seiner Stellung r''' wieder in die Stellung r' zurück und schließt dadurch das obere Dampfventil, welches durch die einfallende Klinke r in dieser Stellung gehalten wird. Von hier aus treibt der Dampf bloß vermöge seiner Expansion den Kolben weiter. Hat derselbe den tiefsten Stand beinahe erreicht, so drückt der Knaggen p'' am Steuerungsbaum b den gebogenen Arm auf der Achse p aus der punctirten Lage p''' wieder abwärts in die Lage p', schließt dadurch das untere Condensator-Ventil und dreht den Quadranten p''' so weit herum, daß der obere Quadrant q''' frei wird und dem Gewichte S''' das Oeffnen des obern Condensator-Ventiles gestattet. Gleichzeitig löset der auf der Stange q'' befestigte Hebel t mittelst des bereits beschriebenen Hebelsystems und der Stange

an die Falle s''', so daß das Gewicht S das *un-tere* Dampfventil öffnen kann. Die auf den Steuerungsachsen q und s befestigten Hebel haben nunmehr die punctirte Lage q''' und s'''. Da bei dieser Stellung der Ventile der Dampf aus den Kesseln unterhalb des Kolbens tritt, während die Dämpfe, welche beim Niedergange oberhalb desselben wirksam waren, durch das *obere* Condensator-Ventil in den Condensations-Apparat strömen, so wird der Kolben mit den Steuerungsbäumen b und b' wieder in die Höhe getrieben.

In einem bestimmten, von dem Grade der angewandten Expansion abhängigen Puncte des Kolbenhubes drückt der Knaggen s'' am Steuerungsbaume b den gebogenen Arm der Steuerungsachse aus der Lage s''' wieder aufwärts in die Stellung s' und schließt dadurch das *untere* Dampfventil, so daß der Kolben bloß vermöge der Expansion des Dampfes den übrigen Theil seines Weges zurücklegt. Ist der höchste Stand beinahe erreicht, so drückt der Knaggen q'' des Steuerungsbaumes b den auf der Achse q befestigten Arm aus der Stellung q''' wieder in die Lage q' und verschließt das *obere* Condensator-Ventil. Dadurch wird aber gleichzeitig der auf q befestigte Quadrant y''' so weit herumgedreht (Fig. 7), daß der untere y''' frei und von dem Gewichte R', welches das *untere* Condensator-Ventil öffnet, wieder in die Fig. 8 gezeichnete Lage gebracht wird. Da beim Heruntergehen der Zugstange p'' der daran befestigte Knaggen t mittelst der mehr erwähnten Hebelsystems und der Stange x''' die Fallklinke r gelöset, und dadurch das *obere* Dampfventil geöffnet hat, so wird der Kolben wieder abwärts getrieben. Dasselbe Spiel wiederholt sich natürlich bei jedem Kolbenwechsel. Die Stellung der Knaggen r'' und s'' am Steuerungsbaume b ist von dem Grade der in Anwendung zu

bringenden Expansion abhängig und kann durch die Stellschrauben z beliebig verändert werden. Diese Stangen sind deßhalb so lang, damit die gehobenen Steuerungsarme h und u auf den Wellen s und r (Fig. 2), während desjenigen Theils des Hubes, wo die Dampfventile geschlossen sind, darüber fortgleiten können.

Katarakt.

Der Katarakt oder Hubzähler hat den Zweck, bei derselben Geschwindigkeit des Dampfkolbens und der Dampfspannung, durch die Hervorbringung beliebig langer Pausen am Ende eines jeden Kolbenlaufes die Zahl der Hübe zu reguliren. Die bisher üblichen Katarakte waren, da sie nur bei einfach wirkenden Wasserhebungs-Maschinen angewandt wurden, auch selbst nur einfach wirkend; dagegen ist der im Folgenden beschriebene Apparat nicht allein doppelt wirkend, sondern auch von neuer, ganz eigenthümlicher Construction.

Der Katarakt (Fig. 1, 3 und 4, Taf. XXIX und XXX) besteht zunächst aus einer gußeisernen, gehörig befestigten Wasser-Cisterne O, und einem damit verschraubten Pumpenstiefel k', worin sich ein hohler, durch eine Stopfbüchse gedichteter Kolben k auf- und abbewegt. Der Stiefel k' steht durch den Canal v mit zwei Kapsel-Ventilen v', v'' in Verbindung. Das erstere öffnet sich nach Innen und regulirt den Eintritt des Wassers aus der Cisterne in den Stiefel k', wenn der Kolben k gehoben wird; dagegen öffnet sich das andere v'' nach Außen und regulirt das Ausströmen des Wassers aus dem Cylinder in die Cisterne, wenn der Kolben k abwärts geht. Beide Ventile reichen mit ihren Stiften in die muffenförmigen Ansätze der Stangen m und m', welche ihre Hubhöhe beschränken und mit den auf den drehbaren Wellen l und l' befestigten Hebeln v und v'

verbunden sind. Auf diesen zwei Wellen l und l' sind noch zwei andere Hebel i, i' befestigt, welche mit den Stangen h und h', die bis oberhalb des Fußbodens N reichen, charnierartig zusammenhängen. Mittelst der Stellschrauben an den Enden der Stangen h, h' können also die Ventile v', v'' beliebig mehr oder weniger geöffnet oder ganz verschlossen werden.

Wird der Kolben k durch irgend eine Kraft, z. B. durch die Wirkung eines Gewichtes, sowohl auf- als abwärts bewegt, so ist die dazu verwendete Zeit von der Größe der Ventilöffnungen v', v'' abhängig und kann also mittelst der Stangen h und h' genau bestimmt werden; dagegen muß die Bewegung aufhören, sobald die Ventile ganz geschlossen sind.

Oberhalb der Cisterne O drehen sich auf einer gemeinschaftlichen Achse drei zweiarmige Hebel fm, g und em. An dem mittlern Hebel g ist bei u' die Kolbenstange g' befestigt, während der rechtseitige Arm desselben ganz frei ist. Der linke Arm des vordern Hebels fm liegt mittelst eines Stiftes w auf dem mittlern Hebel g und hat das Bestreben, durch sein Gewicht F den Hebel g, und somit auch den Kolben k abwärts zu drücken. Der hintere Hebel em ist ebenfalls mit einem Stifte i versehen, der auf dem rechtseitigen Schenkel des Hebels g liegt und also mittelst des durch die Stange em damit verbundenen Gewichts E den Pumpenkolben k zu heben strebt. Die Gewichte F und E sind so abgepaßt, daß ihre Wirkungen auf den Kolben k sich gegenseitig aufheben, und also erst dann eine Bewegung desselben nach der einen oder andern Richtung stattfinden kann, wenn vorher die Wirkung eines der Gewichte aufgehoben ist, welches auf folgende Weise von der Maschine bewirkt wird: An dem vordern und hintern Hebel fm und em sind (Fig. 3) zwei lange, gebogene Steuer-

ungsarme fII und eI festgeschraubt. Der erstere wird von dem auf dem Steuerungsbaum b befestigten Hebknaggen f abwärts, der letztere dagegen von dem Knaggen e aufwärts gedrückt. Geht nun der Steuerungsbaum b aus seinem höchsten Stande in Fig. 3 abwärts, so drückt der Knaggen f den Arm f' in die punctirte Lage fII und hebt folglich den linken Schenkel des Hebels mit dem Gewichte F und dem Stifte w. Da hierdurch aber das vorhin bemerkte Gegengewicht aufgehoben wird, so zieht das Gewicht E den rechten Schenkel des Hebels e''' abwärts, den darauf befestigten Arm e' in die punctirte Lage eII und drückt mittelst des Stiftes i den rechtseitigen Arm des mittlern Hebels nieder, so daß der Kolben k gehoben wird, indem er durch das Ventil vII Wasser ansaugt. Die Wirkung des Gewichts E hört auf, sobald der linkseitige Arm des Hebels g wieder gegen den Stift w stößt. Bei der aufsteigenden Bewegung des Dampfkolbens und des Steuerungsbaumes b drückt der Knaggen n den Arm e'' aus der punctirten Lage eII in die Stellung e' zurück, hebt mithin den rechtseitigen Arm des Hebels eIII mit dem Stifte i und dem Gewicht E und macht den mittlern Hebel g frei, so daß nunmehr das Gewicht F mittelst des Stiftes w den linken Schenkel desselben und also auch den Kolben k wieder abwärts drückt, indem das Wasser durch das Ventil vI aus dem Stiefel strömt. Der Katarakt ist durch eine am Hebel fIII befestigte Stange d und durch die mit dem linkseitigen Arme des Hebels eII im Puncte eIII verbundene Hebelvorrichtung c' cII mittelst der Stange c mit der Steuerung in Verbindung gesetzt. Beide Stangen d und e sind oben coulissenartig gespalten und mit Frictions-Röllchen d', d'' und c'''', c''''' versehen, welche durch die Schrauben v, v' und φ, φ' höher oder niedriger ge-

stellt werden können und auf die früher mehr erwähnten Fallklinken p, q, r, s wirken.

Wenn die Maschine ohne Unterbrechung arbeitet, so ist der Einspritzhahn h Fig. 2 (Taf. XXV) stets geöffnet; beim Gebrauche des Katarakts muß aber während der kleinen Pausen zu Ende eines jeden Hubes, wo keine Dämpfe zu condensiren sind, die Wirksamkeit desselben aufgehoben werden, was auf folgende Weise bewirkt wird: Unterhalb des Fußbodens N sind an den Zugstangen p″ und q″ der Condensator-Ventile die Knaggen u und u′ befestigt. Im tiefsten Stande derselben drücken solche den auf der drehbaren Achse u‴ befestigten Arm u″ abwärts, und diese Bewegung wird, mittelst des auf derselben Achse befestigten Armes y und der durch die Balancier-Mauer reichenden Stange y′, der an der hölzernen Cisterne befestigten horizontalen Welle z mitgetheilt, welche durch einen Hebel das vor dem Hahn h angebrachte Ventil z′ alsdann öffnet. (Siehe Tafel XXV, XXVI, XXVII, XXIX und XXX). Sobald die Knaggen den Hebel u″ verlassen, also die Condensator-Ventile geschlossen werden, schließt sich auch das Einspritzventil z′ von selbst.

Gang der Maschine mit dem Katarakt.

Zunächst werden die Fallklinken p und q, welche bei dem früher beschriebenen Gange ohne Katarakt festgestellt wurden, gelöset, so daß alle diese Theile sich frei bewegen können. Die Quadranten p‴ und q‴ sind jetzt bei der Steuerung nicht betheiligt.

Ist der Dampfkolben in seinem höchsten Stande und haben alle Theile der Steuerung die auf Tafel XXIX und XXX gezeichneten Stellungen, so schraube man die Frictions-Röllchen b′, b″ der Stange b mittelst der Schraubenmuttern v und v′ so weit in die Höhe, bis solche die darauf liegenden Fall-

klinken p und r auslösen und dadurch das *untere* Condensator- und das *obere* Dampfventil öffnen. Die Arme p', r' auf den Steuerungswellen kommen nunmehr in die Lagen p''' und r''', während der Knaggen u den Hebel u'' abwärts drückt und das Einspritzventil z' öffnet.

Indem der Kolben nun abwärts getrieben wird, drückt der Knaggen f am Steuerungsbaum b den Arm f' in die punctirte Lage und zieht die am Hebel f''' befestigte Stange d herunter, so daß die Fallklinken frei einfallen, sobald die Knaggen p'', r'' die Arme p', r' auf den Steuerungsachsen wieder in ihre vorige Lage gedrückt und dadurch die Ventile geschlossen haben. Gleichzeitig hat der Knaggen u an der Stange p'' den Hebel u verlassen, und das Einspritzventil z' hat sich also geschlossen. Indem der Kataraktarm f' herabgedrückt wird, ist der linkseitige Arm des Hebels g frei geworden, so daß das Gewicht E in bekannter Art den Kolben k *aufwärts* zieht. Die damit verbundene Stange c geht ebenfalls in die Höhe, hebt mittelst der Frictions-Röllchen c''' und c'''' die Fallklinken q und s und gestattet den Gewichten das Oeffnen des *untern* Dampf- und des *obern* Condensator-Ventils. Der Knaggen u' der mit dem letzteren verbundenen Stange q'' öffnet gleichfalls mittelst des Hebels u'' das Einspritzmittel z', und der Dampfkolben beginnt wieder seine Bewegung aufwärts. Sobald bei der aufsteigenden Bewegung desselben die Knaggen s'' und q'' die Arme der Steuerungsachsen aus den Stellungen s''' und q''' wieder in die Stellungen s', q' drücken, wird das *untere* Dampf-, das *obere* Condensator- und das Einspritzventil geschlossen. Der Knaggen e am Steuerungsbaum hat ferner den Kataraktarm aus der Lage e'' wieder in die Stellung e' gebracht, dadurch die Stange c niedergezogen und den Fallklinken p und q

das Einfallen gestattet. Der hierdurch von dem Stifte i befreite Hebel g wird nun, sowie der Kolben f, von dem Gewichte F herabgedrückt, der Arm f' kommt aus der Lage f'' wieder in die Lage f', hebt die Stange b, welche mittelst der Röllchen b' und b'' die Fallklinken p und r löset und somit den Gewichten R' und R'' das Oeffnen des obern Dampf- und untern Condensatorventils gestattet, indem gleichzeitig das Einspritzventil z' geöffnet wird.

Die Pause, welche zu Ende eines jeden Hubes eintritt, ist gleich der Differenz der Zeiten, welche der Dampf- und Kataraktkolben zu einem Hube brauchen, und kann mittelst der Oeffnungen der Ventile v' und v'' beliebig bestimmt werden.

Geht die Maschine ohne Katarakt, so behält der Arm e' die in Fig. 3 gezeichnete Stellung dagegen wird der Arm f' in die punctirte Lage f'' gebracht und befestigt, wodurch zugleich die beiden Stangen c und b herabgezogen und also die Fallklinken von den Frictions-Röllchen nicht mehr berührt werden. Endlich wird der Hebel u'' durch einen Vorstecker niedergehalten, so daß das Einspritzventil z' stets offen und das Condensationswasser ununterbrochen durch den Hahn h in den Condensator strömen kann.

Uebersicht der Haupt-Dimensionen der Maschine.

Durchmesser	des Gebläsecylinders	7	Fuß	1	Zoll
"	des Dampfcylinders	3	"	9	"
"	des Hauptdampfrohrs	—	"	$11\frac{1}{2}$	"
"	der Dampfventile	—	"	$7\frac{5}{8}$	"
"	der Condensatorventile	—	"	$11\frac{5}{16}$	"
"	des Condensatorrohrs	1	"	2	"

		Fuß		Zoll	
Durchmesser des Condensators		2	Fuß	10	Zoll
„	der Luftpumpe	2	„	6	„
„	der Kesselspeisepumpe	—	„	4½	„
„	der Kaltwasserpumpe	1	„	2½	„
„	der Kolbenstange vom Gebläse- und Dampfcylinder	—	„	5½	„
„	der Kolbenstange der Luftpumpe . . .	—	„	3½	„
„	der Kolbenstange der Kaltwasserpumpe	—	„	2½	„
Höhe des Gebläsekolbens . . .		1	„	1	„
„ des Dampfkolbens . . .		1	„	¾	„
Hub derselben		9	„	—	„
„ der Luft und Kaltwasserpumpe		4	„	3	„
„ der Kesselspeisepumpe . .		2	„	8	„
Länge des Balanciers		27	„	9	„

Zur Entwickelung der zum Betriebe dieser Maschine erforderlichen Dämpfe sind vier cylindrische Kessel von 6 Fuß 2 Zoll Durchmesser und 24 Fuß Länge aufgestellt, von denen aber jedesmal nur drei in Betrieb stehen, während der vierte als Reservekessel dient. Die Roste liegen innerhalb der 3 Fuß 8 Zoll im Lichten weiten Feuerröhren. Rechnet man die Kraft der Maschine zu 100 Pferden, so kommen auf jedes Pferd:

1) Rostfläche . . . . 0,62 □ Fuß preuß. Maß
2) Vom Feuer berührte Fläche . . . . . 13,5 □ Fuß „ „

B. Mit Rotation.

Es giebt einen Fall, in welchem es unnütz oder selbst schädlich ist, wenn ein Gebläse nach Vollendung eines jeden Kolbenzuges einen gewissen Stillstand hat, ein Umstand, welcher bei großen Hüttengebläsen zur

Einführung von gepreßter Luft in Oefen und Heerden so vortheilhaft ist. Der vorliegende Fall ist der, wenn die Luft in die Röhre einer atmosphärischen Eisenbahn eingeblasen oder herausgesaugt werden soll. Wirklich ist dabei der Hauptgesichtspunct, keine verhältnißmäßig veränderliche Leistung, sondern dieselbe in einer möglichst gegebenen Zeit zu veranlassen. Die Zeitpuncte des Stillstandes der Maschine sind alsdann in Beziehung auf die Leistung unnütz; sie würden auch in dem vorliegenden Falle vortheilhaft für den Verschluß der Klappenventile sein, wenn sie nicht einen nachtheiligen Einfluß auf die Geschwindigkeit hätten, welche eine nothwendige Bedingung für diese Apparate ist. Es folgt daraus, daß Maschinen dieser Art, so stark sie auch sein mögen, stets rotirend sein müssen.

Wenn die Gebläse mit rotirender Bewegung senkrechte Cylinder sind, die sich an den Enden eines Balanciers befinden, so wird die Kurbelstange etwa an einem Viertel von der Länge des letztern angebracht. In diesem Falle beträgt der Kurbelhalbmesser nur ein Viertel von dem Kolbenlaufe. Kurbel und Kurbelstange haben aber in diesem Fall einen bedeutenden Widerstand zu leisten und veranlassen häufige Brüche, auch ist diese Einrichtung nur bei Maschinen unter 25 Pferdekräften zweckmäßig, obgleich sie selbst von guten Maschinenbauern auch bei größern angewendet worden ist*). Jedenfalls verdient die Anwendung von Maschinen ohne Rotation in diesem Falle den Vorzug.

*) Eine auf diese Weise construirte Gebläse-Dampfmaschine von 80 Pferdekräften findet man beschrieben und abgebildet in meiner „practischen Eisenhüttenkunde" (bei dem Verleger dieses Werks) Bd. III, erkl. Text S. 23 und Taf. XIX.

Die Fig. 10 bis 19 auf Tafel XXIII und die Fig. 1 bis 5, Tafel XXIV, stellen das System rotirender Luftsauger oder die Luftpumpe dar, die durch den franz. Ingenieur Eugen Flachat für die atmosphärische Eisenbahn von St. Germain erbauet worden ist.

Jeder Apparat besteht aus zwei horizontalen Rotationsmaschinen, die gekuppelt sind und jede eine Kraft von 100 bis 125 Pferden besitzen. Ein, auf der gemeinschaftlichen Welle A beider Maschinen angebrachtes Schwungrad erscheint zwar auf den ersten Blick ohne Nutzen, da die beiden Krummzapfen rechtwinklich zu einander stehen; allein es regulirt nicht allein die Bewegung vollkommen, sondern es verhindert auch die Maschine, zu schnell zu gehen, wenn zufällig nach einer starken Belastung dieselbe fast leer läuft, sobald durch einen Zufall oder durch irgend eine andere Ursache der Widerstand mehr oder weniger wegfällt.

Das Gebläse oder die Luftpumpe besteht aus zwei Cylindern. Die Mittheilung der Bewegung von den Triebkolben zu den Saugkolben erfolgt nicht direct, sondern mittelst eines Getriebes B, eines Stirnrades C und einer zweiten Kurbelwelle D.

Zwar geht durch eine solche Einrichtung etwas von der Triebkraft verloren, allein sie gewährt den großen Vortheil, daß der Ingenieur einem jeden von den Kolben die Geschwindigkeit ertheilen kann, welche für das Fluidum, in welchem er sich bewegt, am zweckmäßigsten ist.

Diese zur Erlangung des höchsten Nutzeffects unerläßliche Bedingung kann mittelst directer Bewegungs-Uebertragung nur unvollkommen erreicht werden, da diese die Benutzung eines Balanciers mit ungleichen Armen erfordert, weßhalb man sie gewöhnlich nicht benutzt.

Da die Geschwindigkeit des Dampfkolbens sehr groß sein kann und muß, sowohl wegen der starken Pressung, welche die Ausströmung veranlaßt, als auch wegen der zu vermeidenden Abkühlung; da hingegen die Geschwindigkeit des Luftkolbens sehr gering sein muß, da der wirkende Druck des Ausströmens selbst sehr schwach ist, so findet man es in den gewöhnlichen Fällen zweckmäßiger, eine mittlere Geschwindigkeit anzunehmen, welche weder für die eine, noch für die andere Flüssigkeit paßt; auch muß man alsdann, wie schon bemerkt, doppelt wirkende Maschinen ohne Rotation anwenden, die an beiden Enden des Kolbenlaufs einen Ruhepunct haben.

Bei Luftpumpenmaschinen atmosphärischer Eisenbahnen würde eine Maschine ohne Rotation sehr gefährlich sein, und zwar aus dem bereits oben erwähnten Grunde, welche die Anwendung des Schwungrades erfordert hat. Es folgt daraus, daß Zahnräder die einzige zweckmäßige Combination bilden.

Da die zu übertragende Kraft in jedem Augenblick zunimmt, und zwar von Null bis zu einem bestimmten Maximum, so war die Anwendung der veränderlichen Expansion unerläßlich, und sie ist bei diesen Maschinen auf eine sehr sinnreiche Weise gemacht worden.

Die Vertheilung des Dampfes wird durch Laternenventile bewirkt. Zu dem Ende erfolgt die Bewegung des Distributors mittelst einer Welle **E** mit Hebedaumen, von denen zwei cylindrisch und fest für die Exhaustionsventile **F**, **F′** und zwei conisch, mit beweglichen Muffen verbunden und für die Introductionsventile **G**, **G′** bestimmt sind. Diese Muffen werden entweder mit der Hand, oder mittelst der vierarmigen Kurbel **H** und der Schraube ohne Ende **I**, oder mittelst des conischen Pendels **J** durch die beiden Getriebe **K** bewegt, von denen jedoch nur ein einziges (Fig. 12,

Taf. XXVIII [illegible]
mit dem Rade L [illegible]
können, je [illegible]
zu oder [illegible]
Kugeln des [illegible]
untere Ge[illegible]
L und [illegible]
an den [illegible]
G'. Nimmt [illegible]
Entgegen[illegible]
welches mit [illegible]
nehmende [illegible]
der [illegible]
Zwei [illegible]
wechseln [illegible]
als die Ge[illegible]
und man [illegible]
Maschinen [illegible]
An [illegible]
den [illegible]
auch mit [illegible]
sentlichen [illegible]
schinen, daß [illegible]
schine N, [illegible]
Dieses Con[illegible]
Stellung der [illegible]
Condensation [illegible]
Maschinen[illegible]
erlangen, die [illegible]
eine Beschleunigung [illegible]
von der der [illegible]
Wir geben nun [illegible]
über die Kon[illegible]
denen Arten derselben [illegible]
trachten wollen.

IV. Feststehende, doppelt wirkende Rotations-Dampfmaschinen.

Diese Maschinen, welche am meisten von allen Dampfmaschinen angewendet werden, haben durch ihre höchst verschiedenartige Anwendung eine sehr bedeutende Menge von verschiedenartigen Einrichtungen erlangt.

Diese Einrichtungen, von denen eine jede ganz besonders einer bestimmten Gattung und einer gewissen Kraft entspricht, lassen sich im Allgemeinen von den folgenden drei Umständen ableiten, nämlich:

1. Von der mechanischen Beschaffenheit des Triebcylinders.
2. Von der Stellung seiner Achse.
3. Von der Stellung der Triebwelle.

Wirklich kann der Triebcylinder, nach der Wahl des Maschinenbauers, während des Betriebs einen von den folgenden drei mechanischen Zuständen annehmen, nämlich:

1. Den Zustand der Ruhe.
2. Den Zustand der Schwingung um eine Achse, die senkrecht auf der Ebene der Bewegung der ihrigen steht.
3. Den Zustand der Drehung um eine Achse, ebenfalls senkrecht auf der Bewegungsebene der ihrigen stehend.

In den beiden ersten Fällen kann die Cylinderachse eine von den folgenden drei allgemeinen Stellungen annehmen, nämlich:

1. die senkrechte;
2. die geneigte;
3. die horizontale.

In dem dritten Fall nimmt die Cylinderachse nach und nach alle Stellungen ein.

Die Triebwelle kann, wie der Cylinder, die weiter unten nachgewiesenen drei allgemeinen Stel-

tungen einnehmen. Es folgt daraus, daß die Zahl der verschiedenen Einrichtungen, welche eine Maschine in Beziehung auf die Beschaffenheit des Triebcylinders und auf die gegenseitigen Stellungen desselben Cylinders und der Triebwelle anzunehmen vermag, sich auf 27 beläuft. Jedoch finden sich unter dieser Zahl solche, die entweder gar nicht, oder nur so wenig angewendet werden, daß man sie gänzlich unberücksichtigt lassen kann. Außer den Fällen, in denen die Triebwelle senkrecht oder geneigt ist, sind die am häufigsten angewendeten Einrichtungen der Dampfmaschinen die folgenden sieben:

1. Der Cylinder fest u. senkrecht; die Welle horizontal.
2. — — geneigt; —
3. — — horizontal; —
4. — schwingend, senkrecht; —
5. — — geneigt; —
6. — — horizontal; —
7. — drehend, horizontal. —

Eine jede von diesen allgemeinen Einrichtungen giebt Veranlassung zu einer geringern oder größern Anzahl besonderer Einrichtungen, die man Systeme nennt, und die größtentheils von der Gattung der Maschine und von der größern oder geringern Höhe, in welcher die Triebwellenachse über der Sohle der Maschine liegt, abhängt.

Lassen wir für jetzt den Einfluß, den die Gattung einer Maschine auf das System haben kann, unberücksichtigt und betrachten wir die verschiedenen Fälle, zu denen die Lage der Achse von der Triebwelle über der Sohle der Maschine Veranlassung giebt. Nehmen wir zu dem Ende den Kurbelhalbmesser als Einheit der Höhe an, so werden wir finden, daß bei Weitem in den meisten Fällen, welche sich beim Aufstellen der Dampfmaschinen darbieten, die Höhe der Triebwelle über der Sohle zwischen minus 1 und

plus 10 Kurbelhalbmessern begriffen ist. Wir haben hier folgende Zahlenverhältnisse zu berücksichtigen:

Durchmesser des Cylinders bei Niederdruck	1
Halbmesser der Kurbel	1
Länge des Balanciers	6
Länge der Kurbelstange	5
Durchmesser des Schwungrades . . .	6

Macht man alsdann nach und nach die Höhe der Wellachse gleich — 1, + 1, + 2, + 3, + u. s. w., so erhalten wir die folgende Reihe der gebräuchlichsten Maschineneinrichtungen, wobei wir uns auf die Fig. 6 bis 19, Taf. XXIV, beziehen.

Auf diesen Figuren bezeichnen:

L T die Maschinensohle;

A die Triebwelle;

B den Dampfcylinder;

C die Dicke des Triebkolbens nebst dem Spielraum und den Einströmungsöffnungen am Boden und Deckel;

D den Balancier;

E die Kurbelstange;

F die Kurbel;

G das Schwungrad.

Wir haben:

1. Wenn die Triebwelle zwischen — 1 und Null über der Sohle der Maschine liegt:

Balancier-Maschine (Fig. 6), bei welcher die Länge der Kurbelstange E 6 beträgt, statt 5, wie in der Figur.

Maschine mit zwei Lenkstangen (Kurbelstangen) (Fig. 7), bei der die Länge derselben 6 beträgt, wie oben.

Maschine mit Kurbelstangen im Rahmen (Fig. 8), verkürzt.

Maschine mit sich drehendem Cylinder (Fig. 11), die Triebwelle unter der Drehungsachse des Cylinders.

2. Wenn die Triebwelle zwischen Null und + 1 über der Sohle der Maschine liegt:

Maschine mit zwei Kurbelstangen (Fig. 7), in ihrem Normalzustande.

Maschine mit einer Kurbelstange im Rahmen (Fig. 8), verlängert.

Maschine mit horizontalem Cylinder (Fig. 9).

Maschine mit horizontalem schwingendem Cylinder (Fig. 10).

Maschine mit sich drehendem Cylinder (Fig. 11).

3. Wenn die Triebwelle zwischen + 1 und + 3 über der Sohle der Maschine liegt.

Maschine mit geneigtem Cylinder (Fig. 12).

Maschine mit schwingendem, geneigtem Cylinder (Fig. 13).

4. Wenn die Triebwelle zwischen + 3 und + 4 über der Sohle der Maschine liegt:

Maschine mit senkrechtem, schwingendem Cylinder (Fig. 14).

5. Wenn die Triebwelle zwischen + 4 und + 5 über der Sohle der Maschine liegt:

Maschine mit beweglicher Kolbenstange (Fig. 15).

Maschine mit zurückfallender Kurbelstange (Fig. 16).

Maschine mit senkrechtem, am Boden schwingendem Cylinder (Fig. 17).

6. Wenn die Triebwelle zwischen + 5 und + 6 über der Sohle der Maschine liegt.

Maschine mit senkrechtem, gedrücktem Cylinder (Fig. 18), bei welcher die Länge der Kurbelstange auf 4 reducirt worden ist.

Maschine mit geneigtem Cylinder (Fig. 12).

7. Wenn die Triebwelle zwischen + 6 und + 8 über der Sohle der Maschine liegt.

Maschine mit senkrechtem, gedrücktem Cylinder (Fig. 18), im normalen Zustande.

8. Wenn die Triebwelle zwischen + 8 und + 10 über der Sohle der Maschine liegt.

Maschine mit senkrechtem Cylinder (Fig. 19).

Wiederholen wir nun das Obige, so finden wir, daß bei Höhen der Triebwellenachse zwischen 1 und + 10, zwölf verschiedene Einrichtungen oder Systeme von Maschinen existiren, nämlich:

Maschinen mit feststehendem Cylinder.

1. Mit Balancier;
2. mit zwei Kurbelstangen;
3. mit Kurbelstangen in Rahmen;
4. horizontal;
5. geneigt;
6. mit beweglicher Kolbenstange;
7. mit zurückfallender Kurbelstange;
8. senkrecht, gedrückt;
9. senkrecht.

Maschinen mit schwingendem Cylinder:

10. um in der Mitte angebrachten Zapfen,
11. um am untern Ende angebrachten Zapfen.

12. Maschinen mit sich drehendem Cylinder.

Wir wollen nun wichtigsten Systeme mit Hülfe von Abbildungen kennen zu lernen suchen.

1. Balancier-Maschinen.

Die Balanciermaschinen sind die ältesten von allen Kolbenmaschinen. Früher, ehe man die übrigen oben erwähnten Einrichtungen kannte, wendete man die Balanciers zur Uebertragung aller Triebkräfte, so gering sie auch sein mochten, an. Jetzt geschieht es nur bei Dampfmaschinen von wenigstens zwölf Pferdekräften, besonders bei denen mit Condensation, indem die Bewegungsmittheilung der Pumpen mittelst des Balanciers auf eine sehr einfache Art und Weise bewirkt werden kann.

Wenn die Größe dieser Maschinen 40 Pferdekräfte nicht übersteigt, so ist es stets zweckmäßig, sie auf eine oder zwei verbundene Sohlplatten zu stellen; man kann sie alsdann in der Maschinenbauanstalt aufstellen und genau die respectiven Längen der Stücke bestimmen, ehe man die Maschine abgiebt, wodurch deren Aufstellung an Ort und Stelle sehr erleichtert wird.

Die verschiedenen Constructionsarten der Balanciermaschinen. — Die Balanciermaschinen unterscheiden sich hauptsächlich durch das System des Gerüstes, welches den Balancier trägt.

Man unterscheidet drei Hauptarten von diesen Gerüsten und daher drei Hauptarten der Construction der Maschinen, nämlich:

1. Die vollständig auf Sohlplatten gestellten Maschinen.

2. Die Maschinen mit in den Wänden des Maschinengebäudes angebrachten Balancierlagern.

3. Die Maschinen, deren Balancierlager von Mauerwerk getragen werden.

Wir wollen nun diese drei verschiedenen Arten der Construction mit Hülfe von Abbildungen näher kennen lernen.

1. Maschinen, welche gänzlich auf Fundament- oder Sohlplatten stehen.

Es wird diese Construction im Allgemeinen nur bei Maschinen unter 16 Pferdekräften angewendet. In diesem Falle ruht der Balancier entweder auf einem Gesimmsrahmen, der von sechs Säulen getragen wird, oder auf zwei mit einander verbundenen Böcken. Die ganze Maschine steht häufig auf einer gußeisernen Cisterne.

Die Gesimmsrahmen mit sechs Säulen enthalten viel Gußeisen und haben das Nachtheilige, dennoch keine vollkommene Festigkeit und Steifigkeit des Gerüstes zu gewähren und Schwankungen und Erschütterungen des Balanciers und der Kurbel zu verhindern. Die Böcke dagegen, obgleich sie der Maschine kein so elegantes Ansehn geben, haben hinlängliche Festigkeit und sind weit weniger kostbar, aus welchen Gründen sie auch von vielen Maschinenbauern bei kleinen Maschinen angewendet werden.

In Fig. 6, Taf. **XXII**, ist eine solche Dampfmaschine mit Bockgerüst, von 15 Pferdekräften, aus der Maschinenbauanstalt von Farcot, in einer Seitenansicht abgebildet. Die Maschine arbeitet mit Expansion *), mittelst zweier über einander liegenden Schieber und mit Condensation, und ist besonders durch die Regulirung der Expansion mittelst des conischen Pendels bemerkenswerth. Bei **A** befindet sich ein Muff, der mit den Kugeln des Pendels in Verbindung steht, und der mittelst zweier conischen Betriebe, die jedoch keine Verzahnung haben, sondern nur durch Reibung wirken, und auf diese Weise das conische Rad **B** treiben; dies ist an der hohlen Welle

*) Ueber die Einrichtung dieser, so wie anderer Expansionsmethoden, sehe man den Anhang zu diesem Abschnitt.

C befestigt und wird durch die Springfeder D gehen. Das Ende dieser Welle ruht in der Kehle E des Muffs A, mittelst einer Gabel, deren Stiel sich in die Welle verlängert.

Wenn das Pendel in normalem Zustande befindlich ist, so ist die Reibung der beiden Getriebe gering, und da sie in entgegengesetzter Richtung wirken, so haben sie auch keinen Effect. Wenn dagegen der Muff auf- und niedergeht, so wirkt eins von den Getrieben allein, veranlaßt eine Veränderung der Expansion und bewirkt eine rotirende Bewegung des Rades B.

Außerdem enthält diese Maschine auch eine neue Einrichtung zur Verhinderung der Abkühlung des Cylinders. Diese Einrichtung besteht in einem gußeisernen Mantel, dessen Durchmesser hinreichend groß ist, so daß rings um den Cylinder eine 5 bis 6 Centimeter (etwa 2 Zoll) starke Luftschicht vorhanden ist.

Da die Luft ein schlechter Wärmeleiter ist, so wirkt sie eben so gut, als alle festen Substanzen, die man in diesem Fall anwendet; auch läßt sie längs den Cylinderwänden den verdichteten Dampf hinablaufen, der auf diese Weise entweicht. Dieser äußere Mantel macht aber den gewöhnlichen, von Gußeisen, nicht unnöthig, in welchem ein Dampfstrom circulirt, der direct aus dem Kessel kommt und aus dem Mantel in den Cylinder strömt, eine Einrichtung, welche, wie wir schon im 1. Theil des Werkes bemerkten, nicht so gut ist, als wenn der Raum zwischen Cylinder und Mantel durch einen besondern Dampfstrom gespeis't wird.

Der Condensationsapparat besteht aus dem vereinigten Condensator und der Luftpumpe; letztere hat nur zwei Obturatoren.

B. Maschinen mit in den Wänden des Maschinengebäudes angebrachten Balancierlagern.

Maschinen dieser Art können bei allen Größen bis zu 75 Pferdekräften construirt werden, und wenn auch die Balancier-Zapfenlager bei kleinen Maschinen eine hinlänglich feste Lage haben, wenn sie auf einer Platte befestigt sind, deren beide Enden in den Wänden eingelassen sind, so ist es doch zweckmäßig, diese Platte unterhalb des Balanciers mit einer oder mit mehrern gußeisernen Säulen zu unterstützen.

Wir beschreiben hier eine Maschine dieser Art von 8 Pferdekräften und mit zwei Cylindern, eine sogenannte Woolf'sche Maschine, wovon die Taf. XVIII einen Aufriß giebt.

a Fundament der Cylinder.

b Fundament der Säulen.

c Treppe, welche zu der Maschine führt.

d Fundament für die Kurbelzapfenlager.

e Ofen für den Kessel u'', welcher die Maschine mit Dampf versieht. Dieser Ofen liegt gänzlich unter der Sohle des Maschinengebäudes, und man gelangt mittelst der Treppe p'' zu den Feuerthüren und dem Aschenfall.

f Thüre und Treppe, welche in das Maschinengebäude führt; in der Front befindet sich eine andere Thür, welche mit dem Kesselhause in Verbindung steht.

g Röhre, welche den Dampf von dem Kessel zu den Cylindern führt.

h großer Cylinder.

i kleiner Cylinder.

k, k Deckel für beide Cylinder.

l, l Schmierhähne auf den Deckeln.

m, m Stopfbüchsen auf den Deckeln mit ihren Schrauben und Schraubenmuttern.

n, n Excentricstangen.
o Große Ventilkurbel.
p Kleine Kurbel.
q Kolbenstange des großen Cylinders.
r Kolbenstange des kleinen Cylinders.
s Hahn, durch welchen das condensirte Wasser aus dem Mantel abgelassen werden kann.
t Parallelogrammsäule.
u Arm der Säule.
v Querstange der Säule.
x Arm des großen Kolbens.
y Arm des kleinen Kolbens.
z Condensatorarm.
a' Condensatorstange.
b' Treibkeil und Kolbenstange des Condensators.
c' Pumpenkörper des Condensators.
d' Mantel des Condensators.
e' Röhre, durch welche das Condensationswasser abfließt.
f' Condensatortrog.
g' Ueberlauf des Troges.
h' Dampfröhre des Condensators.
i', i' Der Einspritzhahn oder dessen Nebentheile.
k' Balancierköpfe.
l' Balancierkugeln.
m' Balancier.
n' Balancier-Zapfenlager.
o' Platte, auf der die Lager stehen.
p' Säulen.
q' Große Sohlplatte für die Cylinder und die Säulen.
r' Moderator.
s' Bläulstange.
t' Kopf derselben mit den Futtern, dem Bügel und dem Schließkeil.
u' Kurbel.

mit Schönheit, und besonders sind die geschlitzten Böcke bei dieser Maschine sehr gut unterstützt. Es rührt diese Einrichtung von dem französischen Maschinenbauer Giraudon her.

Eine andere Maschine dieser Art von 10 Pferdekräften, aus der Fabrik von Freund in Berlin, war auf der letzten Berliner Gewerbeausstellung. Sie war auf 2½ Atmosphären Ueberdruck berechnet, mit einem metallenen Kolben und einer Expansionsvorrichtung versehen, jedoch fand keine Condensation statt, da die abziehenden Dämpfe eine fernere Anwendung finden sollten. Die Anwendung der Maschine bestand nach dem von Maudslay zuerst angegebenen Principe im Allgemeinen darin, daß senkrecht unter dem auf einem gußeisernen Fundamentgerüste stehenden Dampfcylinder die Schwungradwelle lagerte, während senkrecht über dem genannten Cylinder die Parallelführung für die Kolbenstange angebracht war. Letztere trug an ihrem oberen Ende einen wagerechten Querbalken aus Schmiedeeisen, an dessen abgerundeten Enden zwei Lenkstangen aufgehangen waren, welche die Bewegung des Kolbens auf die Schwungradwelle übertrugen. Zu dem Ende war die genannte Welle mit zwei gleichgestellten Krummzapfen versehen, die zu beiden Seiten des Fundamentgerüstes vortraten und von den unteren Enden der Lenkstangen auf die gewöhnliche Weise umfaßt wurden. Zur Parallelführung der Kolbenstange dienten nun zwei geschlitzte Bockgestelle, die auf dem obern Rande des Cylinders einander gegenüberstehend so befestigt waren, daß der mit der Kolbenstange verbundene Querbalken mit seinen beiden Armen durch die Schlitze hindurchgehen und sich demnach in denselben vertical auf- und abbewegen konnte. Zwischen den genannten Bockgestellen und unabhängig von denselben war der die Stopfbüchse enthaltende Cylinderdeckel aufgeschraubt, der also

gelöst und abgehoben werden kann, ohne mehr am Gestelle beseitigen zu dürfen.

Die Vertheilung der Dämpfe, um die Hervorbringung der Expansion, geschah auf [illegible] Weise durch zwei sich deckende Schieber, welche vermittelst Zugstangen und Hebelverbindungen durch zwei außerhalb des Cylinders auf der [illegible] [illegible] Excentrics bewegt werden.

Der Durchmesser des Schwungrades war 11 Fuß, der des Cylinders 13 Zoll; der Hub des Kolbens war gleich 2 Fuß und die Anzahl der Kolbenwechsel pro Minute gleich 42 bis 45. Die Spannung der Dämpfe sollte 2 bis 2½ Atmosphären über den äußern Luftdruck betragen.

Die vorstehend beschriebene Maschine zeigt durchgängig eine zweckmäßige Construction und in allen ihren Theilen eine sorgfältige, vollkommen [illegible] Ausführung. Der Preis derselben, [illegible] [illegible] zu 1350 Rthlr., also zu 135 Rthlr. pro Pferdekraft angegeben, muß als billig anerkannt werden.

8. Dampfmaschinen mit Bläuelstangen mit Rahmen.

Dieses System, welches unseres Wissens nur von einzelnen Maschinenbauern ausgeführt worden ist, hat den Zweck, die Bewegungs-Uebertragung des Maudslay'schen Systems, mit einem einzigen Bläuel und einer einzigen Kurbel zu bewirken. In dem Ende sind die beiden Bläuel durch einen Rahmen vereint, der entweder rechteckig, oder trapezoidal ist, der den Cylinder umgiebt und hinreichend groß ist, um bei der schwingenden Bewegung, die er in Folge der continuirlich kreisförmigen der Kurbel und der wechselnden geradlinigten des Bläuels macht, den Cylinder nicht zu berühren. Da dieses System der Dampfmaschinen jedoch nur

selten angewendet wird, so beschreiben wir es hier nicht weiter.

4. Horizontale Maschinen.

Diese Maschinen, deren Gebrauch jetzt außerordentlich verbreitet ist, wurden früher möglichst vermieden, da die Maschinenbauer die schnelle und ungleiche Abreibung der Cylinder und der Kolben fürchteten. Zuerst bei den Locomotiven angewendet, wo sie fast nothwendig waren, bewiesen sie sehr bald, daß das gegen sie gehegte Vorurtheil größtentheils unbegründet war. Zwar läßt es sich durchaus nicht bestreiten, daß das Gewicht des Kolbens an dem untern Theil des Cylinders eine größere Reibung veranlaßt, als an allen übrigen, allein es kann diese Reibung doch kein Grund sein, um auf dieselbe gänzlich Verzicht zu leisten.

Der große Vortheil der horizontalen Maschinen besteht darin, daß alle ihre Theile in der Nähe des Bodens liegen, daß daher das Gerüst einfach sein kann, und daß die Aufstellung nur geringe Kosten verursacht. Endlich gewähren diese Maschinen auch noch den Vortheil einer leichten Versetzung von einem Orte zum andern.

Im Allgemeinen gebraucht man diese Maschinen bei allen Größen, hauptsächlich ohne Condensation, obgleich man sie häufig auch mit Condensation einrichtet, hauptsächlich bei Schiffsmaschinen. In diesem Falle versieht man sie mit einer senkrechten, am häufigsten aber horizontalen Luftpumpe, welche ihre Bewegung entweder unmittelbar hinter dem Cylinder, oder durch einen besondern Balancier erhält. Sind die Maschinen dieser Art sehr groß, so trennt man den Condensationsapparat von den übrigen Maschinen, wie dies der Fall bei der Gebläsemaschine

[illegible] [illegible] [illegible]
[illegible] [illegible] [illegible]
XXIV [illegible]

[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]

[illegible]
[illegible]
bei [illegible]
[illegible]
[illegible]
steht [illegible]
welches [illegible]
wohl [illegible]
macht, [illegible]
Unter[illegible]
effect [illegible]

Die [illegible] 2 [illegible]
horizontale [illegible]
unter dem [illegible]
ist, welcher [illegible]
durch welche [illegible]
strömt. Diese [illegible]
bei sehr vielen [illegible]

Die ganze [illegible]
Stücken bestehenden [illegible]
Lünette getrennt sind, [illegible]
Ende des [illegible]
trägt. Auf diese [illegible]
den Wänden des Gebäudes [illegible]
der Maschinenfabrik [illegible]
gegeben werden. [illegible]
Bolzen verbunden, [illegible]

wie bei einer Balanciermaschine zu sein brauchen, indem keine Kraft die Maschine zu heben strebt.

Die hier dargestellte Maschine dient zur Grubenförderung. Zu dem Ende hat sie an der Schieberstange einen Griff zum Wechsel des Ganges. Das Ausrücken des Excentricumhakens wird durch den in Fig. 4 einzeln dargestellten Hebel bewirkt.

Wenn die Größe der Horizontalmaschinen unter 12 Pferdekräften ist, so kann man ohne Nachtheil die Bläulstange mit Gabel anwenden, und die Kolbenstange wird in diesem Fall durch ein langes Support parallel geführt, welches zwischen den beiden Armen der Gabel liegt. Bei 12 Pferdekräften und darüber zieht man jedoch den hier abgebildeten Bläul mit zwei Köpfen vor. Dies rührt daher, weil sich das Mauerwerk stets und ungleich setzt, und das Schwungradwellen-Zapfenlager, welches auf der Mauer des Maschinenrahmens liegt, nach einer gewissen Zeit stets unter seine normale Lage kommt. Es folgt daraus, daß die Kurbel, die sich nicht mehr in der senkrechten Ebene der Bewegung dreht, auf den Bläul mit einer biegenden Kraft einwirkt, welcher derselbe um so besser widersteht, wenn er nur einen Kopf hat, der mit der Kolbenstange verbunden ist.

Die Einrichtungen an den Figuren 2 und 3 sind vollkommen zweckmäßig für Größen der Maschinen bis zu 25 Pferdekräften, und nur die Schlitten zur Parallelführung der Kolbenstange müssen anders eingerichtet werden. Um eine zu große Länge dieser Maschinen zu vermeiden, giebt man ihnen einen geringern Kolbenlauf, als sie der Regel nach eigentlich haben müssen; gewöhnlich den der unmittelbar darunter stehenden Balanciermaschine. Der Bläul und die Kurbel werden alsdann in demselben Verhältnisse verkürzt und die normale Rotationsgeschwindigkeit vermehrt.

Die Figuren 5, 6, 7, 8 und 9, Taf. XXXI, stellen eine horizontale Maschine von 60 Pferdekräften dar, welche, wie die vorhergehende, zur Grubenförderung dient. Die Maschine arbeitet mit Expansion, aber ohne Condensation und zeichnet sich durch die neue und zweckmäßige Einrichtung ihrer Schieber und durch die Anwendung der Stephenson'schen Coulisse zur Veränderung der Bewegungsrichtung aus. Da das Inbetriebsetzen mit der Hand nicht durch einen Griff bewirkt werden kann, wie bei der vorhergehenden Einrichtung, so sind an den Dampfleitungen zum Cylinder zwei Hähne angebracht, die mit dem Handregulator in Verbindung stehen und gleichzeitig mittelst der verbundenen Hebel bewegt werden. Die Schlüssel dieser Hähne sind so angebracht, daß, wenn der eine offen, der andere geschlossen ist, und umgekehrt; demnach können beide zu gleicher Zeit verschlossen werden.

Die Vertheilung des Dampfes wird durch einen Schieber in der Form eines liegenden D bewirkt, da sich derselbe sehr sanft bewegt, welches bei der Anwendung der Stephenson'schen Coulisse eine wesentliche Bedingung ist. Auf diese Weise befindet sich der Expansions-Schieber etwas entfernt von dem Cylinder, so daß ein bedeutendes Volum des Dampfes in der Vertheilungsbüchse sich expandiren kann. Es ist dies ein kleiner Nachtheil, der ohne eine Verwicklung der Maschine nicht zu heben ist.

Wenn die horizontalen Maschinen den Zweck haben, eine regelmäßige Bewegung fortzupflanzen, die stets nach einer Richtung wirkt, und wenn diese Maschinen etwas sehr groß sind, so kann man die Vertheilung mittelst Ventile bewirken, wie dies bei den Maschinen der atmosphärischen Eisenbahn von St. Germain der Fall ist, welche wir weiter oben mit Hülfe der Tafeln XXIII und XXIV beschrieben

haben. Ventile haben vor den Schiebern den großen Vorzug, dem Dampfe vom Anfange des Kolbenlaufs große Ausströmungsöffnungen darzubieten, so daß derselbe stets mit dem höchsten Drucke wirken kann. Dieser Vortheil ist um so merklicher, da bei den Maschinen mit Schiebern ohne Voraneilen, der Dampf auf den Kolben mit einem Drucke wirkt, der vom Anfange bis zu einem Drittel des Laufs unmerklich steigt und am Ende des Laufs denselben Verbrauch bedingt hat, als wenn der Druck während seines ganzen Laufs constant und am stärksten gewesen wäre. Wenn nun in diesem Falle Ventile am zweckmäßigsten sind, so ist dies durchaus nicht der Fall, sobald eine beschleunigte Geschwindigkeit stattfinden soll. Die Heftigkeit der Stöße gegen ihre Sitze nimmt alsdann mit der Geschwindigkeit ihres Ganges zu, und die Abnutzung ist ganz außerordentlich groß. Man sieht daher, wie wichtig es ist, die Geschwindigkeit einer Maschine im Voraus zu kennen, ehe man sich für das zu befolgende Vertheilungssystem bestimmt.

Dies sind die hauptsächlichsten Beobachtungen, welche sich über die horizontalen Maschinen anstellen lassen. Wir wünschten noch weitläufiger davon reden zu können, welches leider der Plan unseres Werkes nicht gestattet; denn sie sind noch nicht seit langer Zeit in die Technik eingeführt, sind aber wegen ihrer Einfachheit und Festigkeit, sowie wegen ihrer leichten Anschaffungs- und Aufstellungskosten, und endlich wegen der großen Geschwindigkeit, mit der sie betrieben werden können, sehr zu empfehlen.

5. Geneigte Maschinen.

Diese Dampfmaschinen, die man weniger als einen speciellen Typus, als wie als eine Modification, entweder der horizontalen oder der senkrechten Maschi-

...ren, ansehen kann, [illegible]
oder einen Schwing[illegible]
ist ihre Einrichtung der [illegible]
welle und der Sohle [illegible]
vorzüglich ist das Gerüst [illegible]
rung des Cylinders [illegible]
Zu dem Ende werden [illegible]
welches aus zwei [illegible]
besteht, die der [illegible]
rallel sind und [illegible]
Sohlplatte und die [illegible]
Einrichtung hat keinen [illegible]
gewissen Schwerfällig[illegible]

Auf Dampfschi[illegible]
fast immer dann [illegible]
wie gewöhnlich, unter [illegible]
Nur in diesem Falle [illegible]
einige Wichtigkeit, und [illegible]
ten bei den Schiffsda[illegible]

c. Maschinen ohne [illegible]

Diese Maschinen, [illegible]
geneigte Stellung des [illegible]
vermeiden, in welchem die [illegible]
den vier- bis fünffachen [illegible]
trägt, bestehen aus zwei [illegible]

1) Aus den sogenannten [illegible]
demaschinen (Fig. 11 [illegible]
funden von den englischen [illegible]
und Fr. Humphrys.

2) Aus der Maschine [illegible]
erfunden von den Maschinen[illegible]
Averly zu Lyon (beschrieben [illegible]
ner Zeitung für Eisenbahnwesen, [illegible]
und Dampfmaschinenkunde, Bd. 1 [illegible]

Das erste System besteht darin, daß die Kolbenstange durch einen hohlen Cylinder mit rechteckigem Querschnitt ersetzt ist, welcher hinreichend ist, um die Schwingungen des Bläuls zu gestatten, der alsdann unmittelbar an dem Kolben angebracht ist. Diese Einrichtung hat einen Vortheil und einige Nachtheile. Der, besonders bei der Schifffahrt hervortretende, Vortheil besteht darin, ein sehr geringes Gewicht des Materials zu einem sehr wirksamen Motor zu bedürfen. Die Nachtheile, welche übrigens von dem vorher erwähnten Vortheil überwiegend ausgeglichen werden, wenn das geringe Gewicht des Apparats unerläßlich ist, sind die drei folgenden:

1) Die Stopfbüchse des Deckels, durch welche die Scheibe geht, ist sehr bedeutend und erfordert eine stete Beaufsichtigung.

2) Der Dampfdruck über und unter dem Triebkolben zeigt eine um so bedeutendere Verschiedenheit, je größer der Durchschnitt der Scheibe ist.

3) Die Länge des Bläuls muß im Verhältniß zu dem Kurbelhalbmesser sehr bedeutend sein, wenn die Breite der Scheider weit geringer als der Kolbendurchmesser sein soll. Es folgt daraus, daß bei diesen Maschinen weite und niedrige Cylinder angewendet werden müssen, um eine der Kraft der Maschine angemessene Länge des Bläuls zu erhalten.

Das zweite System, welches die beiden oben erwähnten Nachtheile nicht hat, besteht darin, den Theil des Deckels, welcher genau durchbohrt werden muß, um die Schwingungen des Bläuls zu gestatten, mit einer beweglichen Stopfbüchse zu versehen. Diese Einrichtung hat große practische Schwierigkeiten, da man statt einer Fuge drei hat, die man unterbrechen muß, wovon man sich überzeugen kann, wenn wir bemerken, daß die Stopfbüchse der als Bläul wirkenden Kolbenstange in der in Schiebern beweglichen

Platte auch mit einer [illegible]
verschiedene geneigte [illegible]
Es giebt also Gelegenheit [illegible]
des [illegible].

Auch bei diesen [illegible]
lichst weit und [illegible]
Ausführung des [illegible]
büchse muß mit großer [illegible]

7. [illegible]

Dieses [illegible]
wenig angewendet [illegible]
statt des [illegible]
züge hat, [illegible]
wenn die [illegible]
dem Kurbelhalbmesser [illegible]
Fall wohl [illegible]
Da es jedoch [illegible]
nicht sein kann, als [illegible]
beschreiben, [illegible]
solche beschränkter [illegible]
hinlänglich [illegible]
näher auf die [illegible]

8. [illegible]

Man bezeichnet [illegible]
Maschinen, deren [illegible]
Sohle des [illegible]
unterscheidet davon [illegible]

1) die gewöhnliche [illegible]

2) die [illegible]

Die erste von [illegible]
sich nur dadurch aus, [illegible]
der größern oder geringern [illegible]

oder zum Theil in die Sohle eingelassen ist. Diese Maschinen haben besonders dadurch Interesse, daß man bei ihnen neuerlich den Versuch gemacht hat, den wirkenden Dampf zu erhitzen. Man hat daher bei einer Maschine dieser Art zu Paris den Cylinder in den Canal gehängt, der die glühenden Gase von dem Kesselheerde zu der Esse führt, und es wirkt diese Maschine im Allgemeinen gut, da man die gewöhnlichen Nachtheile dieser Art, das Verkohlen der Liederungen, Stopfungen und der Schmiere, möglichst zu vermeiden gesucht hat.

Was nun die sogenannten Säulenmaschinen anbelangt, welche man neuerlich in England und Frankreich wegen des wenigen Platzes, den sie einnehmen, und wegen ihrer großen Eleganz, häufig angewendet hat, so verweisen wir auf die Beschreibung einer solchen Maschine auf unsere Zeitung für Dampfmaschinenwesen 2c., Bd. 1 S. 2 2c.

9. Senkrechte Maschinen.

Man bezeichnet mit der Benenuung senkrechte Maschinen diejenigen, deren Cylinder senkrecht und fest stehen, an einer Sohlplatte auf dem Boden befestigt ist, und der die Bewegung einer Welle mittheilt, die so hoch darüber liegt, daß kein anderes von den vorhergehenden Systemen angewendet werden kann. Von den gedrückten senkrechten Maschinen unterscheiden sich die vorliegenden dadurch, daß die Triebwellenzapfenlager um so viel höher liegen, als die Höhe des Cylinders beträgt, die von jenen unter der Sohle steht.

Gut construirt haben diese Maschinen das schönste Ansehn von allen. In der Basis nehmen sie nicht viel Raum ein, und der Höhe nach zeigen sie dem Beobachter alle Theile der Bewegungsmittheilung.



sich gekuppelt und werden zum Betriebe von Dampfböten angewendet, wie wir weiter unten sehen werden.

Wenn der Cylinder horizontal ist, so besteht das Gerüst aus einer starken Sohlplatte, an deren Enden zwei Paar Zapfenlager angebracht sind, von denen das erste die Schwingungsachse des Cylinders, und das zweite die Triebwellenzapfen enthält. Die Dampfvertheilung wird auf eine ähnliche Weise wie bei der vorhergehend beschriebenen Maschine bewirkt. Das Merkwürdigste bei den schwingenden Maschinen von Cavé sind die vielfachen Anwendungen derselben, welche der Erfinder mit so großem Erfolge gemacht hat. So ist das System, welches nur auf geringe Kräfte anwendbar zu sein schien, in England, von Hrn. Cavé aber auch auf Maschinen von 60, 80 und selbst 120 und 130 Pferdekräften angewendet. Ueberall ist man mit diesen Maschinen zufrieden, weil sie einfach sind, wenig Reparaturen veranlassen und nicht so vielen Brüchen ausgesetzt sind, als die übrigen.

So genügend nun auch im Allgemeinen die mit diesen Maschinen erlangten Resultate sein mögen, so müssen wir dennoch bemerken, daß sie in Beziehung auf die Dampfvertheilung stets viel zu wünschen übrig lassen, indem dieselbe etwas verwickelt ist. Aus diesem Grunde hauptsächlich sind die Maschinen mit schwingendem Cylinder auch nicht so allgemein verbreitet, als sie es sein würden, wenn dieser Punct auf dieselbe Weise erledigt würde, als bei den feststehenden Cylindern.

Eine andere sehr zweckmäßige Art von Maschinen mit schwingendem Cylinder sind die von dem französischen Maschinenbauer Tamizier, von denen die Fig. 5—8, Tafel XXXIII, eine Abbildung geben. Das Gerüst besteht aus einem Bocke mit zwei Säulen, auf welchem das eine Ende der Triebwelle ruht, während das Zapfenlager für das andere Ende sich

in der Wand befindet. Die [illegible] der Schwin-
gungsachse befinden sich, wie bei der [illegible]
Maschine, auf einer [illegible]. Die [illegible]
wird mittelst eines einzigen [illegible] der [illegible]
bewirkt, der durch das [illegible] der [illegible]
Expansion bewegt wird, [illegible] von dem wir [illegible] im
ersten Theile geredet haben. Die [illegible] der
Kolbenstange wird, wie an der [illegible]
durch eine Rolle bewirkt, die sich [illegible] eiser-
nen Stangen an dem Deckel des Cylinders [illegible].

Es würde schwer halten, zu bestimmen, welcher
Vertheilungsapparat von beiden Kreisern der beste
sei; jedoch muß man sagen, daß bei der Maschine
von Tamizier die Vertheilung ganz dieselbe ist, wie
bei den Maschinen mit schwingendem Cylinder, und
dies ist ein Vortheil. Die Bewegungsmittheilung vom
Excentricum zum Schieber ist dagegen verwickelt, in-
dem eine große Menge von Stücken dazu erforderlich
sind, hat aber den Vortheil, den Schieber für den
Maschinenwärter zugänglich zu machen, indem ihn
derselbe mit der größten Leichtigkeit mittelst eines klei-
nen Hebels handhabt.

Einer besondern Erwähnung verdient der Speise-
apparat. Er besteht aus einem Troge mit kaltem
Wasser, dessen Niveau durch einen Hahn mit Schwim-
mer constant bleibt. In demselben steht die Speise-
pumpe, und das Wasser tritt aus derselben in ein
zweiarmiges Schlangenrohr, welches sich im Innern
der Röhre befindet, durch welche der Dampf, der
gewirkt hat, entweicht. Da ein Theil des Dampfes,
der durch diese Röhre strömt, sich verdichtet, so wird
dies Wasser nach einem verschlossenen Gefäße geführt
und aus demselben mittelst einer Röhre und durch den
sich expandirenden Dampf in den Kessel getrieben. —
Der Nutzeffect dieser Maschine beträgt 20 Pferdekräfte.

Die am untern Ende schwingenden Dampf-

maschinen, die, wie schon bemerkt, nur eine sehr beschränkte Anwendung haben, zeigen im Allgemeinen folgende Einrichtung.

An den Boden des Cylinders ist nämlich eine hohle Kugel angegossen, die wie ein Nußgelenk in einer Muschel von derselben Form eingeschlossen ist, so daß er sich links und rechts drehen und also einfache Schwingungen um den Mittelpunct der Kugel machen kann. Passend angebrachte Oeffnungen gestatten den Ausfluß des Dampfes in die Luft, wenn der Kolben durch den Luftdruck niederwärts gehen soll. Umgekehrt wird jene Verbindung aufgehoben, und dagegen eine mit dem Dampfrohr hergestellt, wenn er aufwärts getrieben werden soll. Die Kolbenstange geht durch eine ziemlich lange Stopfbüchse, die sich in paralleler Richtung erhält, unmittelbar an die Kurbel der Triebwelle.

An dieser sitzen ein kräftiges Schwungrad; das gezahnte Transmissionsrad; ein Excentricum für die Speisepumpe; ein zweites für das conische Admissionsventil (das bei ½ des Hubs zu schließen ist) und ein Winkelrad für den Kugelmoderator, der eine Drosselklappe regiert. Der Kolben ist mit Hanf geliedert, da er, weil der Cylinder oben offen, leicht angezogen werden kann und weniger heiß wird. Ein Mantel endlich verhütet in Etwas die allzustarke Erkältung des Cylinders.

11. Rotative oder Maschinen mit sich drehendem Cylinder.

Die allermeisten Dampfmaschinen müssen eine kreisförmige oder rotirende Bewegung hervorbringen, und da die ursprüngliche Bewegung bei allen Cylindermaschinen eine hin- und hergehende ist, so muß dieselbe erst in eine rotirende umgewandelt werden.

So vollkommen nun dies durch verschiedene mechanische Vorrichtungen zu bewerkstelligen ist, so ergiebt sich daraus doch immer nicht nur eine größere Complication und eine größere Schwere der Maschine, sondern zugleich ein mehr oder minder bedeutender Verlust an Kraft. Das Hin- und Herziehen eines schweren Balanciers und das Umtreiben einer Kurbel erfordern an sich schon eine gewisse Kraft. Das Trägheitsmoment dieser Organe muß überwunden werden; sie kommen bei jedem Auf- und Niedergange des Kolbens augenblicklich in Ruhe und müssen dann eine Bewegung in entgegengesetzter Richtung wieder erhalten. Ein Schwungrad endlich erleichtert wohl diese Umwandlung der Bewegung, kann selbst aber bekanntlich keine Kraft ertheilen oder erstatten, sondern verbraucht vielmehr noch welche. So unermeßlich daher auch die Vortheile waren, die aus einer zweckmäßig veranstalteten Umwandlung der Kolbenbewegung in eine radförmige hervorgingen, so mußte doch bald der Wunsch rege werden, eine rotirende Bewegung unmittelbar durch den Dampf zu erhalten.

Fast allen bisher angegebenen rotativen Maschinen liegt die Idee zum Grunde, den Dampf auf einen in einer ringförmigen Höhlung dicht anliegenden Kolben oder Flügel wirken zu lassen, der an einem beweglichen Radkranze fest sitzt. Gesetzt nämlich, a a (Fig. 13, Tafel XXXI) wäre eine solche Höhlung, und b ein an dem Kranze d befestigter Flügel, und der Dampf strömte durch c in jene Höhlung, so würde b weichen und d sich umdrehen, wofern zu gleicher Zeit auf der Rückseite von b ein geringerer Druck stattfände. Offenbar kann dies aber nicht dadurch bloß bewerkstelligt werden, daß etwa ein zweiter Flügel f noch angebracht und dem Dampf ein Ausweg durch e in einen Condensator verschafft würde; denn der Dampf wirkte auf beide Flügel, und zwar in

entgegengesetzter Richtung, und d bliebe also unverrückt. Zur Lösung der Aufgabe gehören daher noch andere Vorrichtungen.

Da diese rotirenden Maschinen, von denen übrigens eine ganze Reihe verschiedener Systeme existiren, in der Technik niemals eine wichtige Rolle gespielt haben, unser Werk aber ein practisches ist, so beschreiben wir nur einige von diesen Systemen ganz oberflächlich.

Rotative Maschine von L. Cochrane.

Die Achse A (Fig. 14, Tafel XXXI) geht durch ein cylindrisches Gehäuse B, und an derselben sitzt fest ein Flügel p, der dampfdicht, wie ein Kolben, an den Wandungen des Gehäuses B anliegt, oder dessen Fläche genau dem Querschnitt des hohlen Ringes zwischen A und B entspricht.

In das Gehäuse mündet bei a die Zuflußröhre eines Dampfkessels, und bei z eine Röhre, die in die Luft oder einen Condensator führt, ein. Demnach handelt es sich nur um eine Vorkehrung, daß der Dampf aus a beständig mit der einen Seite des Flügels p in Verbindung gebracht werde, während die andere stets dem nach z abfließenden zugekehrt bleibt.

Zu dem Ende befindet sich in B ein zweiter kleinerer hohler Ring c, der bei d dicht den Cylinder B berührt, durch den p mit luftdichtem Anschlusse durchgeht; und der auf einer Seite hinter dem Durchgange von p eine Spalte i hat, die den inneren Raum D mit dem äußeren E in Verbindung bringt, und auf der andern eine Oeffnung o, die E mit dem inneren hohlen Ring C verbindet.

Bei dieser Disposition, und da a in D, und z in C sich öffnet, wird offenbar der Dampf aus

dem Kessel durch a
stets auf dieselbe
rend der auf der
z abfliessen kann;
ßern Druck als y
A in der Richtung

Unverkennbar
zu B) um sein
stehende Theil des
werden, und ebenso
In der Stellung der
ten, in der
daher ein sehr
man muß, um einen
an die Welle A zwei
bringen, die successiv
gel p beständig einander

Wir wissen nicht,
struction verfertigt
sie scheinen aber
als andere rotative Maschinen

Es scheint unmöglich.
dichten Anschluß des
zu erzielen. Zur
die des Flügels
an B. Ein Nachtheil
gleiche Druckfläche
Expansion thunlich

Eine analoge
baren Flügeln in einem
neuere Maschine von

Rotative Maschine von Stiles.

Von allen früher versuchten rotativen Maschinen schien die von Stiles in Baltimore angegebene die meiste Brauchbarkeit gezeigt zu haben. Als Marestier 1819 in den Vereinigten Staaten war, hörte er, daß mehrere dieser Maschinen mit Erfolg arbeiteten, und daß ein Dampfschiff (la Surprise) mit Hülfe einer solchen alle anderen in Baltimore an Geschwindigkeit übertroffen habe. Dieses Schiff, von 28 Met. Länge und 5 Met. Breite, consumirte in 16 Stunden 22 Stères Holz und legte in dieser Zeit 120 Seemeilen zurück. Die Stärke der Maschine wurde zu 60 Pfkr. angeschlagen, und die Schaufelräder mit 12 Schaufeln hatten 4,9 Meter Durchmesser und 1,8 Meter Breite, machten gewöhnlich 18 Umgänge pro Minute und saßen an der Welle der Maschine.

Leider war die Maschine, als Marestier sie sah, gerade in der Ausbesserung begriffen, und nach derselben waren ihre Leistungen nicht befriedigend; indessen giebt er von eben dieser Maschine eine nähere Beschreibung.

Wir entheben daraus Folgendes (Fig. 15, Tafel XXXI):

Die Maschine besteht aus zwei in einander steckenden niedrigen Cylindern oder Trommeln A und B. Der innere hat 1¼ Meter im Durchmesser und 0,48 Breite und steht von dem äußern um 0,15 Meter ab. Der Zwischenraum C bildet daher einen rectangulären Ring, und dieser ist der Dampfcanal. Es versteht sich, daß alle Wände völlig dampfdicht schließen müssen. Die äußere Trommel steht fest, die innere hingegen ist um die Welle D beweglich. Die Bewegung erfolgt, indem der Dampf durch E in den Ring einströmt, auf einen an B befestigten und den

Canal dicht verschließenden Flügel a (von Kupfer) stößt, der die Function eines Kolbens thut, und nachher durch die Röhre F entweicht.

Damit der Dampf diesen Effect hervorbringen könne, muß der Flügel a nur von einer Seite den Druck desselben erleiden; auf der Rückseite muß er zu gleicher Zeit aufgehoben oder stark vermindert sein. In dem Ende sind zwei Flügel a vorhanden, die sich abwechselnd erheben und niederlegen; und zwischen den Röhren E und F ist ein massiver, durch Liederung ringsum dicht anschließender Stöpsel G angebracht, der die Höhlung an dieser Stelle vollkommen ausfüllt.

Jeder Flügel ist mit einem Charnier an die innere Trommel befestigt und mit einer in eine Art Stopfbüchse eingelassenen Schnauze b versehen, mittelst welcher, wenn sie an einen Vorsprung c stößt, der Flügel gehoben wird. Ebenso wird jeder Flügel, wenn er sich dem Stöpsel G nähert, durch einen Vorsprung d niedergedrückt und in eine Vertiefung e dergestalt eingelegt, daß er mit der Trommel eine völlig ebene Fläche bildet und auf diese Weise leicht unter dem Stöpsel durchpassiren kann. Da jeder Flügel sich hebt, kurz nachdem er bei der Dampfrohröffnung E vorbeigekommen ist, so ist klar, daß in jedem Augenblicke der Dampf auf die eine Seite eines Flügels wirken wird, während auf der andern der Druck vermindert ist; denn stets wird, da der Stöpsel die Höhlung zwischen beiden Röhren schließt, auf der Seite von E frischer Dampf, und auf der von F entspannter wirken. Stehen die Flügel wie in der Figur, so findet sich starker Dampf zwischen E und a' und schwacher zwischen F und a'; daher wird denn auch der Flügel a gehoben werden können, da beide Seiten den gleichen Druck erleiden. Und ebenso wird er sich leicht bei d niederlegen lassen, weil er auch hier keinen ungleichen Druck erfährt. Natürlich ist

ferner die Einrichtung so, daß jeder Flügel bereits gehoben ist, wenn der andere die Ausflußröhre F erreicht.

Scheibenmaschine von Darries.

Am entschiedensten scheint aber practische Brauchbarkeit der unlängst von Darries patentirten sogenannten **Disc-Steam engine** oder Scheibenmaschine (**machine à disque**) zuzukommen.

Die von allen bisherigen wesentlich abweichende Einrichtung ist uns nicht klar genug, um sie beschreiben zu können. Immerhin gehört sie zur ersten Hauptclasse der rotativen Maschinen, d. h. zu denen, wo der Dampf durch Impuls wirkt. Wir führen nur Einiges aus einem Bericht in den **Ann. des Mines 1842 II.** an. Diese Maschine ist in kurzer Zeit in England so beliebt geworden, daß sie in der Fabrik der **Disc-engine-Comp.** und der von Darries in Birmingham ausschließlich, und hier mit speciell zur Herstellung aller einzelnen Theile erfundenen Maschinen, verfertigt wird. Sie empfiehlt sich besonders durch ihre Einfachheit, ihr geringes Gewicht, den wenigen Raum, den sie einnimmt, und den sehr mäßigen Preis. Eine Maschine von 20 Pfkr. ohne Condensator ist nur $2\frac{1}{4}$ Meter lang und 1 Meter breit und hoch, wiegt nicht über 50 Ctr. und kostet (ohne Kessel ꝛc.) nur 240 Pf. St.; mit Condensator das Doppelte. Sie bedürfen kein Schwungrad, sollen nicht mehr Dampf als analoge von derselben Stärke consumiren und sich leicht auf Expansion einrichten lassen. Sie empfehlen sich demnach vornehmlich als portative Maschinen und zu temporären Verwendungen.

Rotative Maschine von Avery.

Ungleich seltener hat man versucht, eine rotirende Bewegung durch die Reaction des ausströmenden Dampfes zu Stande zu bringen.

Auch wollen wir von dieser zweiten Classe solcher Maschinen nur derjenigen mit Mehrerem gedenken, auf die sich um's Jahr 1831 Avery in den Vereinigten Staaten patentiren ließ, die bald vielen Beifall fand und in ziemlicher Anzahl construirt worden zu sein scheint. Es ist uns zwar nicht bekannt, ob sich jener Beifall erhalten, und sehr zweifelhaft, daß bei dieser Maschine der Dampf auf eine vortheilhaftere Weise verwendet werde.

Die Einrichtung ist im Wesentlichen folgende (Fig. 16, Tafel XXXI):

Der Dampf (Hochdruckdampf, in einem senkrechten Kessel erzeugt) gelangt durch die Röhre a in eine kurze, hohle Welle b, an der zwei Arme befestigt sind, an deren Ende eine kleine Oeffnung c, aus der der Dampf unter rechtem Winkel ausströmt. Die Welle mit ihren Flügeln ist in einem linsenförmigen Gehäuse eingeschlossen, und der Dampf entweicht durch die Abzugsröhre z in die Luft. Der eine Zapfen der Welle ist massiv und trägt eine Rolle d, die mittelst eines Laufbands die eigentliche Triebwelle in Bewegung setzt.

An einer Maschine von 6 Pferdekräften sind die Arme 1½' lang, und wiegt die Welle mit beiden Armen nur 15 Pfd. Beide Oeffnungen c sind zusammen ⅛ □'' groß, der Dampfdruck 80 Pfd. pr. □''; und der wirksame 10 Pfd. Die Welle soll 5000 Umschwünge (pr. Minute) machen; und nach Versuchen der Effect = 8 Pferdekräften 37000' hoch pro Minute (also fast der von 9 Pferdekräften) sein.

Offenbar ist die eigentliche Maschine äußerst einfach und compendiös. Keine Theile zur Umwandlung der Bewegung sind da, und nicht einmal eine Steuerung, sondern nur eine Klappe in a, um den Dampfzufluß zu verändern. Und dann findet weder Condensation noch Absperrung statt.

Schon daraus aber ist zu schließen, daß die Kraft des Dampfes auf eine nur sehr mangelhafte Art benutzt sein muß; und dies geht auch aus den wenigen numerischen Daten hervor.

Bei 80 Pfd. Druck ist die Geschwindigkeit eines in die Luft ausströmenden Dampfstrahls wenigstens 1800′ pr. Secunde und ist der Querschnitt beider Strahlen (wegen der Contraction) nur $\frac{1}{16}$ □″; so müssen sie pr. Secunde $\frac{180}{144}$ oder circa $1\frac{1}{4}$ C.′ und in nur 1 Minute 72 C.′ oder an 13 Pfund Dampf ausströmen.

Mit diesem Quantum aber hätte eine Watt'sche Maschine 12—14 und eine Woolf'sche 15 bis 18 Pfkr.

Ebenso müßte der dynamische Effect (da der wirksame Druck pr. □″ 65 Pfd. ist) 1800 × 6,5 Pf. oder 11700 Pfd. oder an $21\frac{1}{2}$ Pfkr. betragen, und der Nutzeffect (von 6 Pfkr.) kaum 30% des theoretischen.

Und bei der ungeheuren Geschwindigkeit, mit der die Arme umschwingen, muß wirklich der Widerstand des Mediums gegen dieselben, so schmal sie sind, sehr viel Kraft absorbiren. Auch sieht Avery die scharfe Form der Arme, die er vorschreibt, als sehr wesentlich an, und diese Gestalt (die seine Maschine hauptsächlich von der frühern Sadler'schen v. J. 1791 unterscheidet) besonders als seine Erfindung.

Ferner muß bei solcher Geschwindigkeit die Reibung der Welle in dem Gehäuse oder den Stopfbüchsen, und zumal die der Welle um die heiße Röhre a, ungemein groß, die Dampfdichtmachung

schwierig und die [illegible]
nothwendig die [illegible]
mäßigere angenommen werden.

So wenig [illegible]
dieser Maschine [illegible]
durch Erwärmen [illegible]
so ist doch mehr als [illegible]
keineswegs [illegible]
und gar [illegible]
Effects bedeutend [illegible]

Ganz ähnlich [illegible]
statt angegeben. [illegible]
nen zu können. [illegible]
Geschwindigkeit [illegible]
pro Minute [illegible]
liche Bedarf [illegible]

$\frac{1900 \times 60}{3300}$ [illegible]

Nutzeffect [illegible]
Geschwindigkeit [illegible]
Pfr. und also [illegible]

V. [illegible]

Die [illegible]
Principe nach [illegible]
stehenden [illegible]
einer mittleren [illegible]
die innere Oberfläche [illegible]

Anfänglich, als [illegible]
Schifffahrt anwandte, [illegible]
Kurbel zu den [illegible]
feststehenden Kommunikations[illegible]
rad bewirkt. [illegible]
zieht geleistet [illegible]
anzuwenden, von denen [illegible]

zen anzuwendenden Triebkraft hat. Diese Maschinen theilen die Bewegung der Welle durch Kurbel mit, und diese liegen in Ebenen, die durch die Rotationsachse gehen und auf einander senkrecht stehen.

Wenn das Schwungrad keinen andern Nachtheil hätte, als den, einen bedeutenden Platz einzunehmen, so würde man stets die erstere Einrichtung beibehalten haben, indem dadurch ein weit geringeres Gewicht nöthig wird, als durch die Anwendung zweier Maschinen. Eine der hauptsächlichsten Bedingungen aber, denen die Triebapparate entsprechen müssen, ist der, das Schiff sehr schnell aufzuhalten und in einer entgegengesetzten Richtung zu betreiben, wobei das Schwungrad ein großes Hinderniß ist, und alsdann müßte man auch zwei Schwungräder, das eine für den Vorwärts- und das andere für den Rückwärtsgang, haben.

Zwei Maschinen dagegen, die so eingerichtet sind, daß man sie gleichzeitig regieren kann, lassen sich durch den Abschluß der Dampfverbindung mit dem Kessel sogleich anhalten, denn das einzige Stück, welches als Schwungrad wirkt, ist der Triebapparat, dessen Trägheitsmoment sofort durch den Widerstand des Wassers aufgehoben wird.

Lange Zeit hindurch hat man nur eine einzige Art von Triebapparaten angewendet, nämlich Ruderräder. Seit einigen Jahren aber concurrirt ein neues System, welches vielen Widerspruch erfahren hat, mit den Ruderrädern und wird sie vielleicht gänzlich verdrängen; es sind dies die Schrauben.

Bei den Ruderrädern hat die Triebwelle eine der Quere des Schiffes nach gehende Lage; bei den Schrauben dagegen liegt die Welle der Länge nach.

Wir wollen nun zuvörderst einige Haupttheile und Hauptpuncte der Dampfschiffe besprechen und alsdann zur Beschreibung einiger gut eingerichteten Schiffsmaschinen übergehen.

1. Besondere Erfordernisse einer Schiffsmaschine.

Die Fortbewegung eines Schiffes läßt sich, so wie die eines Wagens, auf eine doppelte Weise mittelst einer Dampfmaschine bewerkstelligen. Man kann entweder das Schiff mit irgend einem durch die Dampfkraft getriebenen Bewegungsapparate versehen, so daß es sich im Wasser selbst fortschafft; oder aber dasselbe einfach mit Hülfe eines Seils, das eine Dampfmaschine aufwindet, von einem Orte zum andern fortziehen.

Erst in neuerer Zeit wurde auch das zweite dieser Verfahren von Einigen versucht und empfohlen, und zwar, indem man entweder durch fixe Maschinen vom Lande her das Herbeiziehen eines Schiffes veranstaltete, oder dieses mit der Maschine und Seilwinde versah, und das andere Seilende an irgend einer Stelle am Lande befestigte. Obschon jedoch auf diese Weise die Kraft einer Dampfmaschine viel ungeschwächter benützt wird, indem nicht ein bedeutender Theil derselben zur Bewegung des Wassers selbst, das zurückweicht, verwendet werden muß, so bleibt immerhin die bei diesem Verfahren erhaltene Fortschaffung eines Schiffs so beschwerlich und mangelhaft, daß solches nur in höchst seltenen Fällen angemessen erscheinen kann. Auch sind dergleichen Schiffe, die Tourasse *bateaux toueurs* nannte, und die überdies kaum als wirkliche Dampfschiffe zu betrachten sind, so viel als gar nicht in Gebrauch gekommen.

Alle Dampfschiffe sind daher freie und vom Lande unabhängige Fahrzeuge, die mit einer Dampfmaschine und einem selbstthätigen Forttreibungsapparate versehen sind.

Nun sind zwar in den letzten Jahren auch verschiedentliche Bewegungsorgane, und eines besonders,

die Wasserschraube, mit so großem Erfolge versucht worden, daß diese bereits häufig angewendet wird; zur jetzigen Stunde besteht indeß das Treiborgan der meisten Dampfschiffe noch in Ruderrädern, und zwar in einem einzigen an derselben Welle arbeitenden Räderpaar, daher man sich alle Dampfschiffe noch als mit einem solchen Schaufelräderpaar ausgerüstet denken kann.

Eine nicht unbedeutende Verschiedenheit wird allerdings die ungleiche Bestimmung dieser Fahrzeuge bedingen. Die Verhältnisse der Maschine, wie die Construction des Schiffes überhaupt, werden andere sein, je nachdem es Canäle, Flüsse, Seen oder Meere befahren; andere, wenn es kurze oder langdauernde Fahrten verrichten; andere, wenn es vorzugsweise zum Transport von Reisenden oder zu dem von Waaren dienen soll. Manche Dampfschiffe werden auch noch mit Masten und Segeln ausgerüstet, um zeitweise die Benützung günstiger Winde zu gestatten. Manche ferner sollen nicht bloß Güter aufnehmen, sondern, als Locomotive nur dienend, andere Schiffe am Schlepptau fortziehen.

Wir wollen indeß zunächst bloß die besondern Anforderungen betrachten, die mehr oder weniger bei allen Schiffsmaschinen, als solche, berücksichtigt werden müssen.

Ein erster Umstand, der in Betracht kommt, ist offenbar der, daß die Maschine und der gesammte Bewegungsapparat, so wie das Brennmaterial, für die ganze Dauer jeder Fahrt mittransportirt und dadurch das benutzbare Tragvermögen, sowie der verfügbare Raum, ausnehmend beschränkt werden muß.

Es wird daher bei diesen Maschinen vor Allem, und ungleich mehr als bei Landmaschinen, auf mögliche Verminderung des Gewichts und Raumersparniß zu sehen sein. Dazu kommt, daß die Bewegun-

gen der Maschine, wie kraftvoll sie seien, nicht der Festigkeit, und die Last ihrer einzelnen Theile nicht der Stabilität des Schiffes schaden dürfen.

Sodann müssen Schiffsmaschinen meist eine ungewöhnliche Stärke besitzen, weil wir von solchen Schiffen eine beträchtliche Geschwindigkeit erlangen müssen, die erforderliche Kraft aber fast im cubischen Verhältnisse mit der Beschleunigung wächs't und zudem ein großer Theil der Kraft unnütz verwendet wird, weil das Wasser selbst, auf das die Schaufeln als Stützpunct wirken, weicht.

Da das Wasser die ganze Last des Schiffes trägt, so erheischt die Fortschaffung desselben nur darum Kraft, weil das Wasser ausweichen muß und überdies Reibung der Wände stattfindet. Wie viel Kraft nöthig, hängt zunächst von der Größe des eintauchenden Querschnitts und der Gestalt des Schiffes ab. Je nach der Form kann der Bedarf an Kraft gar sehr vermehrt oder vermindert sein; bei derselben Form aber wird eine um so größere Wassermasse verdrängt oder bewegt werden müssen, je größer jener Querschnitt ist. Bei einer günstigen Form ist der Widerstand so gering, daß eine sehr schwache Kraft schon eine mäßige Bewegung hervorbringt. Allein der Widerstand des zu verdrängenden Wassers steigt im quadratischen Verhältnisse der Geschwindigkeit, weil bei einer doppelten oder dreifachen nicht nur 2 bis 3 Mal mehr Wasser, sondern dieses auch 2 oder 3 Mal schneller weichen muß. Und ist der Widerstand 4 oder 9 Mal größer, so wird die Kraft noch 2 oder 3 Mal größer sein müssen, weil der Widerstand überdies um so viel schneller überwunden werden muß. In der That würde also eine 2 oder 3 Mal größere Geschwindigkeit eine 8 oder 27 Mal stärkere Maschine erfordern, wenn auch der Reibungswiderstand auf gleiche Weise zunähme. Eben so einleuchtend ist, daß Dampfschiff-

fahrt nur bei einer ansehnlichen Geschwindigkeit entschiedene Vortheile gewähren kann. Wir beabsichtigen damit hauptsächlich eine schnellere Fortschaffung, als durch Segelkraft oder andere Kräfte erhältlich ist. Auf offener See wollen wir durch das Dampfschiff von allen Launen der Winde unabhängig werden. Es soll auch bei gänzlicher Windstille seinen Weg fortsetzen, sowie dem heftigsten Gegenwinde trotzen. Flußschiffe müssen auch stromaufwärts fahren können und daher eine virtuelle Geschwindigkeit besitzen, die um ein Bedeutendes die des Flusses übertrifft. Man verlangt daher gewöhnlich, daß die Dampfkraft dem Schiffe auf ruhigem Wasser wenigstens eine so große Geschwindigkeit ertheilen könne, als der günstigste Wind ihm zu ertheilen vermag.

Dazu ist jedoch eine ungleich größere Maschinenkraft erforderlich, weil die Schaufeln auf keinen festen Stützpunct wirken und dieser selbst zurückweicht. Auch zeigt die Erfahrung, daß, wenn die Geschwindigkeit des Schiffes 10 Meilen pro Stunde betragen soll, die des äußern Radkranzes wenigstens 13—14 Meilen betragen muß, oder daß die erstere meist um ¼ kleiner als die der Räder ist. Unverkennbar bedarf hiemit die Dampfschifffahrt Maschinen von unverhältnißmäßiger Stärke, so daß die meisten Flußschiffe mit Maschinen von 80—100, Seeschiffe oft mit Maschinen von 400 Pferdekräften und darüber ausgerüstet sind, und um so unerläßlicher wird, auf möglichste Reduction des Gewichts und des Raumes bedacht zu sein.

Als eigenthümliche Zustände und Bedingungen ersehen wir ferner, daß Schiffsmaschinen nicht, wie Landmaschinen, eine feste, unverrückte Stellung behaupten können, sondern an allen Schwankungen des Schiffes Theil nehmen; daß ihre Arbeit durchaus nicht eine so regelmäßige und gleichförmige ist; daß, während Seeschiffe oft wochenlang rastlos thätig sein müs-

sen, viele Dampfboote in einer Stunde [illegible] mehrere Male anhalten sollen; daß sich das Schiff [illegible] vor-, auch rückwärts muß bewegen lassen; daß [illegible] weniger die Behauptung einer [illegible] Geschwindigkeit von Belang ist, desto nothwendiger [illegible]. Die Kraft der Maschine oft [illegible] um [illegible] gern zu können.

Unverkennbar ist endlich, daß es von [illegible] Wichtigkeit sein muß, diese Maschinen [illegible] und sicher zu construiren, da Unfälle auf [illegible], und zumal fern vom Lande, von [illegible] Folgen sein müssen.

Gehen wir nach diesen allgemeinen Bemerkungen zu einigen speciellen über.

Dampfschiffe brauchen nicht [illegible] die Segelschiffe gebaut zu sein; um sie leichter, [illegible] und dauerhafter zu machen, [illegible] die Schiffe [illegible] aus Eisen verfertigt. [illegible] weniger schadet, der Raum [illegible] Scheidewände in mehrere Abtheilungen [illegible].

Um die Tauchfläche möglichst zu vermindern, [illegible] man diesen Schiffen [illegible] Seeschiffen, eine 3- bis [illegible] bis 12fache der Breite. Das [illegible], Nr. 2 von Cavé, ist 39 Met. lang und [illegible] Met. breit (ohne die Räder); das größte [illegible] Schiff (Great Britain, [illegible] lang und [illegible] breit; der Rochester (auf dem Hudson), ist [illegible] Met. lang und 7½ Met. breit; der [illegible] (in [illegible]) 67 Met. und [illegible].

Kessel und Maschine nehmen mehr oder weniger den mittleren Theil des Schiffsraumes ein. Die Triebwelle liegt jedoch dem Vordertheile etwas näher. Die Räder haben meist 12—[illegible] Schaufeln von [illegible] Blech und stehen so hoch, daß gewöhnlich nur 6 [illegible] eintauchen. Um die Erschütterung zu beseitigen,

die aus dem Eintauchen entsteht, wendet man jetzt oft gebrochene Räder an, oder solche, deren Schaufeln in 2 oder 3 Theile getheilt sind, die successiv eintauchen, und stellt überdies beide Räder so, daß ihre Schaufeln nicht ganz in derselben Ebene liegen.

Viele amerikanische Dampfschiffe brennen Holz, die östlichen jetzt oft Anthracit; die meisten Schiffe aber Steinkohle. Für lange Fahrten wäre selbst ein künstliches, wenn gleich etwas theureres, Brennmaterial vorzuziehen, wenn es relativ mehr Heizkraft hätte. Zudem, um Brandunglück zu verhüten, sind Kohlen zu wählen, die nicht selbst entzündlich sind, und die Behälter sorgfältig von den Kesseln zu trennen.

Ueber das Verhältniß der Stärke und den Kohlenverbrauch läßt sich natürlich keine allgemein gültige Regel festsetzen. Meist rechnet man auf 3—4 Tonnen Tragfähigkeit 1 Pfkr. und auf 1 Pfkr. per Stunde 10—12 Pfd. Kohle. Ein Schiff von 700 Tonnen verlangt demnach eine Maschine von 200 Pfkr., und diese verzehrt in 24 Stunden an 500 Ctr. Steinkohlen. — Und zu einer überseeischen 14tägigen Fahrt wird ein Schiff von 1800 Tonnen und mit Maschine von 400 Pfkr. einen Vorrath Steinkohlen von wenigstens 700 Tonnen mitnehmen müssen und dadurch anfangs übermäßig belastet sein.

Für das totale Gewicht der Maschine und Kessel rechnete man früher 1—$\frac{5}{4}$ Tonnen per Pfkr. Bei neueren Maschinen beträgt es aber oft kaum $\frac{1}{2}$ Tonnen. Man sieht also, daß, so beträchtlich diese Last ist, Fahrten von langer Dauer hauptsächlich wegen des nöthigen Brennstoffs erschwert werden; Schiffe hingegen, die sich mit einem geringen Vorrath nur beladen müssen, in ungleich günstigeren Verhältnissen sind.

Manche Eigenthümlichkeit haben die Kessel. Es versteht sich, daß ein gemauerter Ofen unstatthaft,

und der Feuerheerd also im Innern des Kessels anzubringen ist; ebenso, daß die Rauchkamine mehr weit als hoch und von Blech verfertigt sein müssen. So sehr ferner möglichste Vergrößerung der Verdampfungsfläche und Verminderung des Wassergehalts zu wünschen ist, so ist wichtiger noch, daß die Kessel jederzeit und auch zu ungewöhnlicher Anstrengung das nöthige Dampfquantum aufbringen können, daß sie nie unbrauchbar werden und bei allen Lagen des Schiffes völlige Sicherheit gewähren. Die meisten sind aus starken Eisenblechtafeln verfertigt, doch manche auch aus Kupfer, weil diese dauerhafter sind und durch das Seewasser weniger leiden. Von Röhrenkesseln, wie die der Locomotive, macht man noch wenig Gebrauch, weil sie zu häufig schadhaft werden und der Reparatur bedürfen*). Auch cylindrische kommen wenigstens auf den europäischen Schiffen nicht oft vor, sondern man giebt ihnen meist die Gestalt eines großen, fast cubischen Kastens, der, um die Feuerfläche zu vergrößern, in Kammern zertheilt ist, zwischen deren Wänden die Feuerzüge durchgeführt sind. Dergleichen Kes-

---

*) Manche amerikanische Schiffe sind indeß mit dergleichen Tubularkesseln versehen — sowie auch einige englische und französische, von denen wir eines weiterhin beschreiben werden. Nach Cornu's Reise (1842) sollen die neuern Schiffe in den Ver. St. meist Kessel von folgender Construction erhalten: Der Rauch geht zuerst durch 2 (an 40 C. M. weite) innere Röhren hindurch, und kehrt dann durch 65 etwa 6 C. M. weite in die vordere Kammer zurück und in den Schornstein. Der ganze Heerd ist mit Wasserwänden umgeben; der Rost groß. Ueber dem Kessel ein 1 Meter hoher Dampfbehälter. Die totale Heizfläche etwa 40 □ Meter groß und der Kessel 3 Met. lang. Eine Beschreibung s. in Armengaud's Publ. III p. 34. Mehrere in Hodge's Werk abgebildeten Kessel haben noch weit mehr Röhren, so der pl. 26 abgebildete für Anthracitheizung 270 Röhren, der pl. 27 zwei Kessel von 400 Röhren. Der Newyork-Kessel mit 250 Röhren ꝛc.

sel dienen selbst zur Bereitung von starkdrückendem Dampf; und ihrer sind oft 6,8 und mehrere auf einem Schiffe, die mit einander communiciren, nach Bedarf aber einzeln außer Thätigkeit gesetzt werden können. Jeder Kessel hat oft zwei oder drei Heizstellen. Bei dieser Einrichtung haben auch die ungünstigsten Lagen der Schiffe wenig Eindruck auf die vielen einzelnen Wasserniveaus und wird eine beliebige Verstärkung oder Verminderung der Dampfproduction eher möglich.

Schwieriger wird es, dieser Schwankungen wegen, den Widerstand zu beobachten. Schwimmer sind unthunlich, um so nöthiger ist es also, jeden Kessel mit Probehähnen und Visirröhren zu versehen.

Schiffsmaschinen haben den Vortheil, daß sie um die Herbeischaffung ihres Wasserbedarfs, wie groß dieser sein mag, nie verlegen sind. Daher wendet man allgemein und auch bei Hochdruckmaschinen Condensation an. Auf den westlichen Flüssen der Vereinigten Staaten nur sind Hochdruckmaschinen ohne Condensator gewöhnlich — hauptsächlich wohl, weil diese Maschinen weit einfacher sind und das Holz wohlfeil; angeblich auch, weil das Missisippiwasser sehr trüb ist.

Ein bedeutender Uebelstand ist für Seeschiffe der Salzgehalt des Meerwassers. Obschon dieser meist kaum 3°/₀ beträgt und das Wasser zur Sättigung nahe an 30°/₀ bedarf, so müßte die rasche Verdampfung doch bald einen Niederschlag erzeugen und der Kessel mit einer harten Kruste sich belegen. Je mißlicher nun eben bei diesen Schiffen es ist, die Arbeit unterbrechen und die Kessel öfter reinigen zu müssen, so wird es desto nöthiger, für sie geeignete Mittel anzuwenden, um die Incrustation zu verhüten und unerläßlich, von Zeit zu Zeit das salzreichste Bodenwasser auszublasen oder auszupumpen. Eben deshalb muß für solche Ma-

schinen eine einfache und [illegible] [illegible]
ohne Injection besonders vortheilhaft [illegible]. Bis
jetzt sind indeß dergleichen Apparate [illegible]
Hall) noch wenig in Gebrauch gekommen. [illegible]
haben Schiffe mit doppeltem Boden zu [illegible]
vorgeschlagen.

Die europäischen Dampfboote, [illegible]
die englischen, waren lange [illegible]
druckmaschinen versehen, [illegible]
das Hochdruckprincip, als [illegible]
bei Schiffsmaschinen. [illegible]
sicht begründet sein. [illegible]
einigten Staaten, und zumal auf den [illegible]
sen, deren Dampfboote insgesammt Hochdruckmaschinen
haben, nur allzuoft Explosionen vor, [illegible]
häufiger als anderwärts [illegible]. Die grö-
ßere Frequenz dieser unglücklichen Ereignisse [illegible]
sich genugsam aus der Sorglosigkeit [illegible] der
Amerikaner. Wer kann sich über Explosionen wun-
dern, wenn man hört, daß sie bei [illegible] Kes-
seln den Dampf oft eine Spannung von [illegible] und mehr
Atmosphären erlangen lassen? [illegible]
Mitteldruckmaschinen kommen [illegible]
seit einigen Jahren mehr und mehr [illegible]
ohne daß man von öfteren Unfällen [illegible]
gestatten diese aber eine größere Ersparniß an Raum
und Brennmaterial.

Bei Schiffsmaschinen ist ein Kugelregulator weder
nöthig noch anwendbar, hingegen werden [illegible]
Pumpen zweckmäßig. Die Maschine soll auch eine
Pumpe zur Herausschaffung des eindringenden Was-
sers und nöthigenfalls eine Feuerspritze in Bewegung
setzen können. Ungeachtet ist eine Handpumpe nöthig,
um den Kessel mit Wasser zu speisen, wenn die Ma-
schine ruht.

Diese Maschinen müssen endlich, wie fast alle stationären, eine große Welle umtreiben, allein der beengte Raum, die gegebene Lage der Treibwelle, die Unthunlichkeit, Schwungräder anzubringen u. a. m. werden für die Verbindung der Maschine mit der Räderachse und die Uebertragung der Kolbenbewegung auf dieselbe mancherlei Modificationen bedingen.

2. Verbindung der Maschine mit der Radwelle.

Was bei den Dampfschiffen der Amerikaner vielleicht am meisten auffallen kann, ist, daß sie weder bei der Wahl der Maschinen, noch bei der Transmission der Bewegung die eben erwähnten Umstände besonders zu berücksichtigen scheinen. Ihre Schiffe haben großentheils nur eine Maschine, nur einen Werkcylinder; und wenn 2 Cylinder vorhanden, so treibt zuweilen doch nur einer die Räder. Die Cylinder sind oft höher noch als bei gewöhnlichen Maschinen, und über denselben sehen wir nicht selten einen schwebenden Balancier. Eine übermäßige Länge der Kurbeln halten sie für besonders vortheilhaft. Den Kolben lassen sie mit einer ganz abnormen Geschwindigkeit arbeiten, und wenden zur Beförderung des Umschwungs ohne Bedenken Schwungräder an.

Von andern Ansichten gehen hingegen die Constructoren in Europa aus.

Auf allen europäischen Dampfschiffen, auf allen größern wenigstens, finden wir die Radwelle durch 2 Cylinder, deren Kolben successiv spielen, also durch eine Zwillingsmaschine in Bewegung gesetzt und selten oder nie Schwungräder angebracht. Die Kolbenstangen treiben 2 Kurbeln, die einen rechten Winkel zu einander bilden, und beide Räder sind immer an derselben Achse befestigt.

Die Mehrzahl der [illegible]
und die Uebertragung der [illegible]
dann gewöhnlich [illegible]
schweben wie von [illegible]
ihre Stelle [illegible]
Ende ist jede [illegible]
neren Führungen [illegible]
mit 2 zu beiden [illegible]
Zugstangen [illegible]
einen Wagenbaum [illegible]
ihrem andern Ende [illegible]
gen der Kurbeln [illegible]
plicirt, schwerfällig [illegible]
leiten verschmiert [illegible]
Querstangen mit 6 [illegible]
Weise bleibt aber die ganze [illegible]
Schiffsraum [illegible]
sten Theile ist der [illegible]
der Balanciers [illegible]
organe bewegen.

So allgemein [illegible]
mußte man doch [illegible]
die schweren Balanciers [illegible]
directe Verbindung der [illegible]
Stande zu bringen, [illegible]
Gewicht der Maschine [illegible]

Einige wandten [illegible]
an, um in der Länge [illegible]
Hinderniß für die [illegible]
zeigte die Erfahrung, [illegible]
vor einer ungleichen [illegible]
ben wenig Grund habe.

Andere stellten beide [illegible]
ten Winkel schief gegen [illegible]

Um eine ganz [illegible]
benstange mit den beiden [illegible]

die Ziehstangen d und e wird die Kurbel f und die Welle g umgetrieben, unter der hiemit die Cylinder senkrecht stehen. Durch eine Verbindung des Hebels i mit d wird noch die Luftpumpe h in Thätigkeit gesetzt.

Die Maschine soll, obschon Niederdruckdampf verbrauchend, mit Expansion arbeiten, und diese, um die Stärke abzuändern, eine variable sein. Zu dem Ende ist an dem Dampfrohre jedes Cylinderpaares ein Absperrventil angebracht, dessen Wirkung (wie bei den Meyer'schen Maschinen) durch eine verschiebbare Schnecke regulirt wird.

Fassen wir nun das zusammen, was sich über die Triebapparate für Dampfschiffe sagen läßt und was wir bereits in dem Obigen weitläufig erörtert haben, so ergiebt sich etwa Folgendes:

Die Schiffsmaschinen müssen aus folgenden beiden Gründen Condensationsmaschinen sein:

1. Das Wasser ist in Ueberfluß vorhanden und kann ohne Aufwand von Triebkraft dem Kaltwassertroge zugeführt werden.

2. Da die zweckmäßigsten Schiffsdampfkessel die mit innerem Heerde sind, so darf man keinen sehr bedeutenden Druck anwenden.

Ohnerachtet dieser beiden Gründe hat man doch viele Schiffsdampfmaschinen ohne Condensation und mit eisernem Ofen construirt, und es geschieht dies auch noch fortwährend.

Im Allgemeinen sind diese Apparate leichter als die Condensationsmaschinen, weil an ihnen der Condensator und dessen Nebentheile fehlen, und weil man ihnen Formen geben kann, die weniger Material erfordern.

Was nun die Kessel anbetrifft, so sind sie eben so schwer, wo nicht noch schwerer, da sie mehr Mauer-

mit Eisenwerk erfordern. [illegible]
weit eher Veranlassung zu [illegible]

Im Allgemeinen kann man [illegible]
schinen ohne Condensatoren [illegible]
der anwenden. [illegible]
[illegible], Condensations[illegible]
Die Triebwelle der [illegible]
über dem Kiel, der [illegible]
Halsmenge der Kurbel [illegible]

Will man [illegible]
werden, so hat man die [illegible]
nämlich:

1. Die Maschinen [illegible]
der Raum dieselbe [illegible]

2. Die Maschinen mit [illegible]

3. Die Maschinen mit [illegible]
Cylindern.

4. Die Maschinen mit [illegible]

5. Die Maschinen [illegible]

Alle diese Einrichtungen [illegible]
weniger der [illegible]
nur bei Maschinen [illegible]

Aus diesem Grunde [illegible]
auffinden, welche [illegible]
Da die Balanciermaschinen [illegible]
so hat man sie an [illegible]
wiederholt verändert und [illegible]
mäßige Einrichtung [illegible]
guren 9 [illegible], Taf. XXXII. [illegible]
weiter unten genauer [illegible]

Die Balanciermaschinen [illegible]
gewöhnlich auf einer [illegible]
ganze System einnimmt.

8. Erlangte Schnelligkeit.

Die Geschwindigkeit, die einem Dampfboote beigemessen wird, ist natürlich die, mit der es sich, durch Dampfkraft allein getrieben, auf ruhigem Wasser fortbewegt. Winde und Strömungen müssen seine eigenthümliche Schnelligkeit vermehren oder vermindern.

Wenn z. B. die Adler den Weg von Mannheim bis Mainz (76 Kilom.) aufwärts in 6¼, abwärts in 3⅝ Stunden zurücklegen, so haben sie aufwärts eine Geschwindigkeit von 12 Kil., abwärts eine von 20⅞ Kil., und die reelle Schnelligkeit dieser Schiffe muß also 16⅜ Kil. betragen, die des Stroms aber 4⅜.

Man giebt die Geschwindigkeit gewöhnlich in englischen Fußen oder Metern per Secunde, oder in englischen Meilen oder Kilometern per Stunde an; nur bei Seeschiffen zuweilen in Knoten oder Seemeilen.

1 Met. per Sec. = 3,6 Kil. per Stunde oder 2¼ engl. M.

Daher	2	Met.	per	Sec.	= 7,2	Kil.	oder	4½	M.
	3	=	=	=	= 10,8	=	=	6¾	=
	4	=	=	=	= 14,4	=	=	9	=
	5	=	=	=	= 18	=	=	11¼	=
	6	=	=	=	= 21,6	=	=	13½	=
	7	=	=	=	= 25,2	=	=	15¾	=
	8	=	=	=	= 28,8	=	=	18	=

Eine Geschwindigkeit von 7 Knoten ist ungefähr die von 8 englischen Meilen per Stunde.

Die erlangte Geschwindigkeit ist zunächst durch die relative Stärke der Maschine zur eintauchenden größten Querschnittsfläche bedingt, doch deßhalb schon auch durch die Gestalt des Schiffes.

Die frühern Bemühungen blieben hauptsächlich ohne Erfolg, weil man viel zu schwache Maschinen anwandte; und auch das erste Boot von **Fulton**, obschon nicht groß und mit einer Maschine von 20

Pferdekräften versehen, brauchte zu seinen Fahrten von Newyork bis Albany (240 Kilom.) in der Regel 22 Stunden, so daß die Geschwindigkeit nur [illegible] Kilom. per Stunde betrug, während jetzt diese Distanz oft in 10 und zuweilen sogar in 9 Stunden (die Aufenthaltszeiten abgerechnet) zurückgelegt wird.

Diese Schnelligkeit von 15—16 Meilen per Stunde, welche die der gewöhnlichen Locomotiven auf Eisenbahnen fast gleichkommt, ist oft in Zweifel gezogen worden, und allerdings um so erklärlicher, da der vornehmste Widerstand bei Schiffen eine im quadratischen Verhältniß der Geschwindigkeit größere Kraft erfordert; und in der That ist eine solche nur dadurch möglich geworden, daß man die Schiffe außerordentlich schmal baute und sie mit Maschinen von außerordentlicher Stärke ausrüstete. Früher betrug der Querschnitt per Pfkr. meist 16 bis 20 □Decim. und bei diesen schnellfahrenden Schiffen beträgt er jetzt oft kaum [illegible] □ Decimeter.

Uebrigens übertreffen bei Weitem nicht alle amerikanischen Dampfschiffe, sondern fast einzig die der östlichen Flüsse, und namentlich des Hudsons, an Geschwindigkeit die europäischen. Die der westlichen Flüsse und der Seen fahren lange nicht so schnell. Und dann hat man in jüngster Zeit auch in Europa fast dieselbe Geschwindigkeit zu erreichen vermocht.

Die Schnelligkeit der Adler auf dem Rhein beträgt an 17 Kilom.; die einiger Rhoneschiffe von Schneider (zu Creusot) über 20 Kilom.; die einiger Themseschiffe 13—14 englische Meilen per Stunde, und ein neulich gebauter Schrauber (der Napoleon) soll sogar 20—30 Kilom. per Stunde zurückzulegen im Stande sein.

Renwyck sieht die Geschwindigkeit von 8 Metern per Secunde als die angemessenste der Räder für Packetboote an. Die relative, oder die, mit der das

Seemeilen per Stunde.	Reibung per □Met.	Absoluter Widerstand per □Met.	Relativer Widerstand per □Met.	
			bei 60°	bei 20°
1 Met.	0,068 K.	15,86 K.	4,29	2,98
2 „	0,230 „	63,86 „	16,15	11,17
3 „	0,543 „	143,24 „	34,88	24,25
4 „	2,058 „	253,45 „	60,35	42,15
5 „	2,572 „	394,00 „	92,35	64,89
6 „	3,086 „	564,50 „	130,65	92,21

Fulton, von diesen Erfahrungen ausgehend, glaubte nun folgendermaßen die Kraft berechnen zu können.

Beträgt z. B. die ganze eintauchende Fläche eines Schiffes 282 □Met. und der eintauchende Querschnitt desselben 3,6 □Met., so ist, bei einer Geschwindigkeit von 4 Seemeilen per Stunde oder 2,06 Met. per Secunde.

Der Widerstand der Reibung . . 282 × 0,756 Kil. = 213 Kil.
und der relative Widerstand des Wassers = . . 3,6 × 60,35 „ = 217 „
Der ganze also = 430 Kil.

Eine gleiche Kraft muß also auch die Maschine auf die Schaufeln ausüben.

Gesetzt nun, die Schaufeln sollten sich mit doppelter Geschwindigkeit oder mit 4,12 M. per Secunde bewegen, der Kolben der Maschine aber per Minute nur 15 Doppelhübe von 1,2 M. machen, oder 0,6 M. per Secunde, so muß der Dampf mit $\frac{4,12}{0,6}$ oder fast 7 Mal größerer Kraft (mit 2953 Kil.) auf den Kolben wirken, und hat der Dampf per Kreiscentim. einen Druck von 0,562 Kil., so muß der Kolben eine Fläche von 5255 Kreiscentimetern oder einen Durchmesser von $\sqrt{5255}$ oder $72\frac{1}{2}$ Centimetern haben.

Da endlich bei obiger Geschwindigkeit der absolute Widerstand = 253,45 per □Meter ist, so glaubte F., daß jede Schaufel (da 2 Räder zugleich arbeiten) eine Fläche von $\frac{1}{2} \times \frac{430}{253}$ oder 0,85 □Meter haben müssen.

Daß bei obiger Berechnung manche Annahmen ziemlich willkürlich sind, liegt am Tage, und schon die gefundene Größe der Schaufeln ($\frac{1}{4}$ des Querschnitts) stimmt wenig mit der Erfahrung überein, da sie bei den meisten Schiffen kaum $\frac{1}{12}$ oder $\frac{1}{16}$ desselben beträgt. Ebenso haben die Schaufeln in der Regel lange nicht die doppelte Geschwindigkeit des Schiffes. Ferner ist nicht anzunehmen, daß gleichzeitig nur 1 Schaufel jedes Rades wirke.

Nach Marestier findet man die Geschwindigkeit des Schiffes in Fußen pro Sec., wenn man die Pferdekraft p durch das Product der Breite b mit der Wassertiefe t dividirt, und die Cubikwurzel des Quotienten mit 11,3 multiplicirt.

Es sei $p = 32$, $b = 22'$ und $t = 6'$, so ist

$\frac{P}{bt} = 0{,}2424$; die Cubikwurzel $= 0{,}62$ und die Geschwindigkeit also $= 11{,}3 \times 0{,}62 = 7'$. Und umgekehrt fände sich demnach die Kraft, wenn man die Geschwindigkeit durch 11,3′ dividirt und den Cubus des Quotienten mit bt multiplicirt.

Für große Seeschiffe möchten wir die Formel setzen: $F = \frac{Q \times v^3}{20}$, wenn F die Stärke in Pffr. v die Geschwindigkeit in engl. Meilen, Q den eintauchenden Querschnitt in □ Meter bezeichnet.

Einen dynamometrischen Apparat, um die Stärke einer bereits aufgestellten Schiffmaschine in Pferdekr. direct zu bemessen, hat unlängst Colladon angegeben: Eine Beschreibung desselben ist bis jetzt nicht bekannt geworden; doch scheint die Vorrichtung, deren Haupttheil ein mächtiger Winkelhebel ist, der Vorwurf zu treffen, daß dadurch die relative Stärke nur bei einer gegebenen Bauart des Schiffes richtig bestimmt wird.

5. Uebelstände der Ruderräder.

Obschon im Laufe des vorigen Jahrhunderts schon mancherlei Principien, um Schiffe durch irgend einen Motor fortzutreiben, vorgeschlagen wurden, so ist doch das der Ruderräder, das man bei der Erfindung der Dampfschiffe wählte, bis jetzt allgemein beibehalten worden. Man sah alle andern für unpractisch an, um so mehr, da sie fast ohne Ausnahme auf einer alternirenden Bewegung beruhen. Unverkennbar ergeben sich indeß aus der Anwendung solcher Schaufelräder mehrere und sehr bedeutende Uebelstände.

1) Erhalten dadurch die Schiffe eine der Bewe-

gung schädliche Gestalt und eine die Passage oft erschwerende Breite.

2) Verursachen solche Räder nicht nur ein lästiges Getöse, sondern eine Bewegung des Wassers, die in Canälen leicht die Ufer beschädigt.

3) Ist die Wendung der Schiffe, da beide Räder gleich schnell umlaufen, erschwert und nur in ziemlich großen Bögen möglich.

4) Erzeugen die großen Radgehäuse schon, besonders aber Ein- und Austauchen der Schaufeln, einen beträchtlichen Widerstand, so daß auch dadurch Kraft verloren geht.

5) Tauchen die Schaufeln, je nachdem die Ladung größer oder kleiner, mehr oder weniger tief ein — was besonders bei Seefahrten wegen der schnellen Abnahme des Kohlenvorraths sich ergeben muß.

6) Tauchen beide Räder, sowie sich das Schiff nur einigermaßen umlegt, ungleich tief ein, so daß sie ungleich arbeiten, und die Schaufeln des einen zuweilen wohl gar nicht das Wasser berühren, während die des andern viel zu tief untertauchen.

7) Sind, was besonders für die Kriegsdampfschiffe ein großer Uebelstand ist, die Räder nicht nur ein Hinderniß, die ganze Länge mit Geschützen zu besetzen, sondern sie sind selbst den feindlichen Kugeln bloßgestellt.

8) Hindern die Räder, bei sehr günstigem Winde zumal, auf die angemessenste Weise die Segelkraft zu benutzen; denn am vortheilhaftesten wäre es dann, diese allein anzuwenden.

Geht man nämlich davon aus, daß die nöthige Kraft p mit dem Cubus der Geschwindigkeit v zunimmt, und setzen wir für $v = 1$, die Kraft $p = q$; so ist $p = 8\,q$, wenn $v = 2$; $p = 27\,q$, wenn $v = 3$; $= 64\,q$, wenn $v = 4$; und $= 125\,q$, wenn $v = 5$ 2c.

Ist nun die Kraft der Maschine = 64 q, so bewirkt sie allein (und bei Windstille) eine Geschwindigkeit = 4; und klar ist, daß die Beihülfe eines mäßigen Windes nur wenig die Maschine unterstützen oder hemmen muß. Umgekehrt aber wird ein sehr günstiger Wind, der allein dem Schiff eine Geschwindigkeit = 4 gäbe und also eine Kraft von 64 q hätte, durch die gleichzeitige Arbeit der Maschine die Geschwindigkeit höchstens auf 5 vermehren, so daß es offenbar zuträglich sein kann, auf die geringe Beschleunigung zu verzichten, und dafür gänzlich die Dampfkraft zu ersparen. Zu dem Ende genügt es aber nicht, die Maschine abzustellen und Segel aufzuziehen, sondern man müßte überdies leicht und schnell zu jeder Zeit die Schaufelräder außer Thätigkeit setzen können.

Von den eben gedachten vielfachen Nachtheilen kann man nur wenigen, und auch diesen nur unvollkommen, abhelfen. Am meisten scheint es gelungen zu sein, den Widerstand des Wassers beim Ein- und Austauchen der Schaufeln zu vermindern, obschon die versuchten Vorkehrungen leicht die Festigkeit beeinträchtigen. Mit geringerem Erfolg hat man hingegen mancherlei Mechanismen vorgeschlagen, um jene Ein- und Auslösung der Räder beliebig zu bewerkstelligen.

Zu den neuesten Verfahren gehören die von Field, von Braithwaite, von Grantham und von Seaward, von Hall, von Esser.

Andere, wie neulich Beaukien, empfahlen ein einziges am Hintertheil des Schiffes freistehendes Schaufelrad. Wir wollen indessen diese und andere Vorschläge, um den bisherigen Gebrechen der Räder abzuhelfen, nicht näher erklären.

6. Archimedische Schrauben.

Jemehr sich die Dampfschifffahrt ausdehnt, und Dampfschiffe auch zu langen Seereisen dienen sollen, desto mehr müssen die vielen und von ihrer Anwendung meist unzertrennlichen Uebelstände der Ruderräder ein anderes Propulsionsprincip wünschen lassen. Mehrere der früher vorgeschlagenen wurden aufs Neue versucht, doch ohne eine practische Brauchbarkeit hoffen zu lassen.

Anders verhält es sich mit den neuesten Versuchen, ein Schiff vermittelst einer im Wasser horizontal angebrachten und durch eine Dampfmaschine schnell umgetriebenen sogen. archimedischen Schraube fortzuschaffen, und dasselbe hiemit fortzuschrauben, statt fortzurudern.

Daß die Schraube zum Fortschaffen und Heben von Flüssigkeiten dienen kann, lehrte schon Archimed, und darum trägt eine zu diesem Behuf eingerichtete noch jetzt seinen Namen. Auch haben schon ältere Physiker gezeigt und geglaubt, daß sich mittelst einer solchen Schraube bei gehöriger Geschwindigkeit, umgekehrt und dem Wasser entgegen, ein Schiff fortbewegen lassen müsse. Von den Practikern blieb jedoch dieses Princip fortwährend unbeachtet, obschon in neuerer Zeit noch u. a. Tredgold dasselbe nachdrücklich ihrer Aufmerksamkeit empfahl. Vor wenigen Jahren indeß wurde die Anwendung der Schraube auf Dampfschiffe mit der erforderlichen Beharrlichkeit von Fr. Smith wieder versucht, und mit einem Erfolg, der bald die hohe Wichtigkeit dieses Propulsionsorgans außer Zweifel setzte. In Frankreich will man Sauvage die Erfindung der Schraubenschiffe zuschreiben.

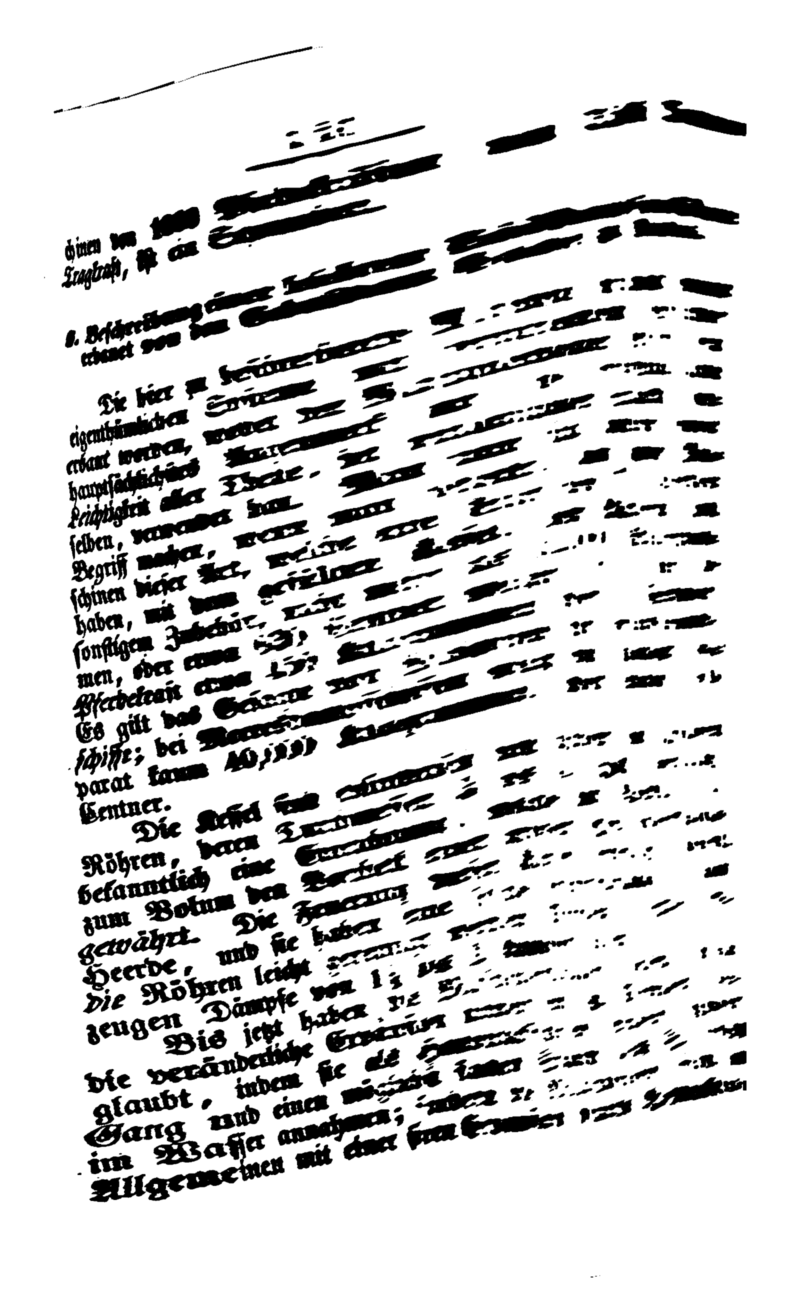
Die Vorrichtung, auf welche Smith 1837 ein Patent nahm, bestand im Wesentlichen darin, daß

er unter dem Hintertheile des Schiffes und über dem Kiel eine vom Schiffsraume wasserdicht geschlossene und dem Wasser zugängliche 7' lange Kammer anbrachte, und in dieser parallel mit dem Kiele eine starke Spindel mit zwei fächerförmigen und etwa 2' breiten Schraubengängen; und daß er diese Spindel mit der Welle einer Dampfmaschine in Verbindung setzte, so daß sie wenigstens 100 Umgänge per Minute machte. (Fig. 20, Tafel XXXI).

Das kleine Fahrzeug, das er zuerst mit diesem Apparat versah, erregte so wenig Vertrauen in die Tauglichkeit desselben, daß er mit Mühe nur die nöthige Unterstützung fand, um ein Probeschiff von der erforderlichen Größe erbauen zu lassen, und als es ihm gelungen, zeigte sich nur eine Werkstätte zweiten Ranges zur Ausführung bereit. Um so überraschender waren die Leistungen dieses ersten Schraubenschiffes, das er Archimed nannte, das ein Schiff von 240 Tonnen war und eine Maschine von 60 Pferdekräften trug.

Die allererste Fahrt (im Juni 1840), von Dover nach Calais, vollbrachte es in kürzerer Zeit, als bis dahin irgend ein Dampfschiff sie gemacht. Ebenso brauchte es zur (800 engl. Meilen langen) Reise von Portsmouth bis Oporto kaum 70 Stunden. Hauptsächlich aber wurde die Umschiffung von ganz England eine Triumphfahrt für den Erfinder; denn viele der ausgezeichnetsten Ingenieurs fanden dadurch Gelegenheit, sich von den mannichfachen Vorzügen dieses Systems zu überzeugen. Fast alle Gebrechen der Räderschiffe zeigten sich vollkommen beseitigt; und in wenig Jahren hat sich denn auch die Vortrefflichkeit dieses Princips dergestalt bewährt, daß bereits unzählige Schiffe nach demselben construirt sind.

Der colossale Great Britain, ein Schiff mit Ma-



schinen von 1000 [illegible]
Tragkraft, ist ein [illegible]

8. Beschreibung einer [illegible]
erbaut von dem [illegible]

Die hier zu beschreibende [illegible]
eigenthümlichen [illegible]
erbaut worden, [illegible]
hauptsächlich [illegible]
Leichtigkeit aller Theile. [illegible]
selben, verwendet [illegible]
Begriff machen, [illegible]
schinen dieser Art, [illegible]
haben, mit dem [illegible]
sonstigen Zubehör, [illegible]
men, oder etwa [illegible]
Pferdekraft etwa [illegible]
Es gilt das [illegible]
schiffe; bei [illegible]
parat kaum 40,000 [illegible]
Centner.

Die Kessel sind [illegible]
Röhren, deren [illegible]
bekanntlich eine [illegible]
zum Volum der [illegible]
gewährt. Die [illegible]
Heerde, und sie haben [illegible]
die Röhren leicht [illegible]
zeugen Dämpfe von 1½ [illegible]

Bis jetzt haben [illegible]
die veränderliche [illegible]
glaubt, indem sie als [illegible]
Gang und einen [illegible]
im Wasser annehmen; [illegible]
Allgemeinen mit einer [illegible]

eingerichtet, wie es noch größtentheils bei den Locomotiven der Fall ist. Man begreift, daß bei Dampfschiffen zum Personentransport man hauptsächlich die höchste Geschwindigkeit berücksichtigen müsse, und daß der Brennmaterialienverbrauch nur eine Nebenfrage ist, welche für das reisende Publicum ein nur geringes Interesse hat. Die Gebrüder Sache sind daher von dem Grundsatz ausgegangen, recht leichte, feste, vollkommen ausgeführte Apparate zu erhalten, deren Betrieb sehr regelmäßig ist, und welche nur flach und mit großen Geschwindigkeiten gehende Schiffe treiben, dabei aber den Reisenden die größtmögliche Sicherheit gewähren.

Beschreibung der Dampfmaschine.

Fig. 9, Taf. XXXIII, stellt eine von den beiden Dampfmaschinen dar, welche eine Triebkraft von 70 Pferden bilden; es geht dieser Durchschnitt durch die Achse des Cylinders und der Pumpen, und im Hintergrunde sieht man einen Aufriß von dem Ruderrade.

Fig. 10 ist ein Grundriß von der Maschine mit Angabe der Dampfröhre.

Fig. 11 ist die Endansicht oder das Profil von einer der Maschinen, von der Seite des Dampfcylinders, nebst einem senkrechten Durchschnitt durch das Ruderrad.

Cylinder und Kolben.

Man ersieht aus diesen Abbildungen, daß die Triebwelle, an der die Ruderräder sitzen, unmittelbar über dem Dampfcylinder A liegt; dieser steht senkrecht und fest, und er ist, im Vergleich zu andern Maschinen von gleicher Kraft, niedrig. Die Kolben-

stange B, welche durch ein Gelenk unmittelbar mit den beweglichen, aus Blech bestehenden Balanciers C verbunden ist, theilt dem Krummzapfen D durch kurze Lenkstangen von Schmiedeeisen E die Bewegung mit. Man könnte gegen diese kurzen Lenk- oder Kurbelstangen Einwendungen machen, jedoch zeigt die Erfahrung, daß sie durchaus keine nachtheilige Einwirkung haben. Die Differenz zwischen demjenigen Theile der Peripherie, welche die Krummzapfen-Warze in der obern Hälfte durchläuft, und zwischen dem andern Theile derselben Peripherie, welche der zweiten oder untern Hälfte entspricht, ist freilich ohne Zweifel bemerkbarer, als in dem Falle, in welchem die Kurbelstange im Verhältniß zu der Kurbel länger ist; jedoch ist am Ende einer jeden Umdrehung das Resultat ganz dasselbe, und, wie gesagt, es hat die Erfahrung noch keinen wesentlichen Nachtheil nachzuweisen vermocht. Da man durch die Höhe der Radachse beschränkt ist, da man den Durchmesser derselben soviel als thunlich vermindern muß, da ferner die Einrichtung so getroffen werden muß, daß die Radachse stets unter dem Verdecke des Schiffes befindlich ist, so begreift man, daß die Maschinenbauer Höhe zu gewinnen suchen.

Da die Nominalkraft einer Maschine die von 45 Pferden beträgt, so hat man nur einen Radius von 0,33 Meter (12½ rhein. Zoll) für die Kurbel, und einen Kolbenlauf von 0,66 (25 Zoll) nöthig. Die gewöhnliche Geschwindigkeit von dem Dampfdruck bei anderthalb Atmosphären beträgt 34 Doppelzüge oder eben so viel Umdrehungen der Räder in der Minute, welches einer mittlern Geschwindigkeit von

$$34 \times 0{,}66 \times 2 = 0{,}74 \text{ Meter}$$

beträgt, aber auch bis auf 1 Meter in der Secunde gebracht werden kann.

sich in Ohren an den Seiten des Maschinengerüstes drehen. Zwei Druckschrauben n' erhalten diese Achse in derjenigen Lage, welche sie im Verhältniß zu den andern beweglichen Puncten des Balanciers haben muß, und gestatten eine Regulirung dieser Puncte, indem man die Futter an den Enden der Leitungen mehr oder weniger anziehen kann.

Durch diese Einrichtung wird die schmiedeeiserne Querstange o, mit deren Mitte die Stange des Dampfkolbens verbunden ist, und welche denselben mit den Balanciers und mit der Kurbelstange E verbindet, stets in einer senkrechten Ebene geführt, die durch die Achse des Dampfcylinders geht, und zwar der ganzen Höhe des Kolbenlaufs nach. Die punctirten Linien auf Fig. 9 zeigen die Größe der Bewegungen, welche durch die verschiedenen beweglichen Theile des Parallelogramms hervorgebracht worden sind.

Das Gerüst oder Gestell der Maschine.

Die Krummzapfen D von jeder Maschine haben eine Warze von verstahltem Schmiedeeisen p, welche durch die Krummzapfenarme D durchgesteckt ist, und an welcher die Lenkstange E hängt. Diese Lenkstangen bestehen bei den Schiffsdampfmaschinen immer aus Schmiedeeisen, damit sie bei dem möglichst kleinsten Gewicht die größte Festigkeit darbieten. Auch die Arme der Krummzapfen bestehen aus Schmiedeeisen und sind mit großer Sorgfalt mit den Enden der Welle V' verbunden, die ebenfalls aus Schmiedeeisen und aus 3 Theilen besteht, von denen der mittlere die beiden Maschinen verbindet und die Excentriken zur Bewegung der Schieberventile trägt; die beiden andern Theile der Welle tragen die Ruderräder. Diese drei Theile der Welle, welche durch die Kur-

den verbunden sind, werden von 6 Zapfenlagern X getragen, von denen zwei in der Nähe der beiden Radnaben und die übrigen in der Nähe der Krummzapfen befindlich sind. Alle diese Theile müssen mit der größten Genauigkeit angefertigt und in eine ebenso genaue Lage gebracht werden, damit alle Mittelpuncte in einer und derselben geraden Linie befindlich sind, indem nur auf diese Weise eine recht leichte Bewegung hervorgebracht werden kann.

Die Zapfenlager der Kurbeln sind an dem gußeisernen Gerüste Z′ befestigt, welches unmittelbar auf den Seiten des Dampfcylinders steht. Derselbe ist zu dem Ende mit senkrechten Verstärkungsrippen A′ versehen, so daß das Gerüst nur aus den nothwendigen und möglichst leichten Stücken besteht, dagegen aber hinlänglich fest ist, um der Belastung, sowie Stößen und Erschütterungen, widerstehen zu können.

Der Dampfcylinder, der Condensator und die Kolbenröhre der verschiedenen Pumpen stehen auf einer langen und starken gußeisernen Platte B′, welche zur Aufnahme der ganzen Maschine dient, welche unten durch einige Leisten oder Rippen verstärkt ist und auf schmiedeeisernen Stäben C′ ruht, die auf der hohen Kante stehen und auf dem Boden des Schiffes durch Winkeleisen q (Fig. 9 und 11) festgehalten werden. Consolen oder Supports mit Verstärkungsrippen D′ sind ebenfalls an dem Gerüste Z² angebracht und auf dem Condensator festgeschraubt, um einerseits die Zapfen von der horizontalen Welle N, welche die Bewegung der Schieber-Excentriken überträgt, und andererseits die Zapfenlager von der Achse des schwingenden Rahmens V aufzunehmen.

Breite Streifen von starkem Blech E′ sind zu beiden Seiten mit den großen Supports Z′ mit Schraubenbolzen verbunden und verlängern sich bis außerhalb des Schiffes, woselbst sie sich vereinigen,

um die Zapfenlager der Welle, nahe an den Naben des Rades, zu tragen. An den Wänden des Schiffs festgeschraubt, und auch noch durch die schmiedeeisernen Arme F′ unterstützt, lassen diese Blechstreifen für die Festigkeit nichts zu wünschen übrig, obgleich die Ruderräder an den Enden ihrer Naben keinen Ruhepunct haben.

Die Ruderräder.

Von allen Systemen der Ruderräder, welche für Dampfschiffe vorgeschlagen worden sind, haben die Herren Gache die einfachsten, wohlfeilsten und am leichtesten aufzustellenden und zu reparirenden Ruderräder ausgewählt. Sie haben auch hierbei das Gewicht möglichst zu vermindern, dagegen die Stärke und die Festigkeit beizubehalten gesucht, welche bei diesen Apparaten von so großer Wichtigkeit sind. Die Ruderräder haben daher die ganz gewöhnliche Form, gerade Schaufeln und sind zu beiden Seiten des Schiffs angebracht.

Man ersieht aus den Figuren 9 und 11, daß sie aus einer starken gußeisernen Nabe G′ bestehen, welche die Form einer großen Scheibe mit einer Kehle an der Peripherie haben, und um welche die 9 schiefen Arme H′, von Flacheisen, festgeschraubt worden sind. An ihren Enden sind diese Arme umgebogen, um mit den concentrischen Kränzen I′ und J′ verbunden zu werden, die gleichfalls aus Eisen bestehen und gleiche Formen, sowie gleiche Dimensionen haben. Zwischen diesen Grenzen sind die Schaufeln oder die Ruder des Rades K′ angebracht; es giebt deren 18, und es bestehen dieselben aus Bretern von Ulmen- oder Eichenholz von etwa 1 Zoll Stärke. Die Hälfte ist an den schiefen Armen H′ durch Bolzen mit Haken r befestigt, und die andere Hälfte an sehr kurzen

Armen L', an denen sie ebenfalls [illegible] [illegible] den sind. Hölzerne [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] auf der Seite der [illegible] [illegible] [illegible] legt, so daß das Holz beim [illegible] [illegible] [illegible] nicht beschädigt werden kann.

Man wird einsehen, daß [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] construirten Räder eine große [illegible] [illegible] [illegible] daß, da alle [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] nach welcher der [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] Kante stehen, sie eine große [illegible] [illegible] Aehnliche Einrichtungen sind auch [illegible] [illegible] [illegible] Wasserrädern.

Die Dimensionen der [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] Dampfschiff von großer [illegible] [illegible] [illegible] gehörigen Verhältniß zu der [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] erlangenden Geschwindigkeit stehen müssen. [illegible] [illegible] vorliegenden Maschinen, welche [illegible] [illegible] [illegible] nalkraft von 70 Pferden haben, [illegible] [illegible] [illegible] 2 Meter (6½ Fuß) lang und [illegible] [illegible] [illegible] breit; die Oberfläche eines jeden beträgt [illegible] [illegible] Decimeter, wovon während des [illegible] [illegible] [illegible] Dampfboot 176 □ Decimeter [illegible] [illegible] [illegible] stehen, d. h. etwa [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] kraft. Mehrere [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] cimeter auf die Pferdekraft, andere [illegible] [illegible] [illegible]

Der Röhrenkessel.

Die Herren Gache haben [illegible] [illegible] [illegible] zur Erzeugung der Dämpfe in ihren [illegible] Röhrenkessel angewendet, [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] schinenbauer bei den Schiffen der [illegible] [illegible] rine gethan haben, wo man [illegible], wie [illegible] [illegible] schon in England, von den Kesseln [illegible] [illegible] [illegible] den gänzlich abgegangen scheint. Die von den Herren Gache befolgte Einrichtung hat einige Aehnlichkeit mit

der bei den Locomotivenkesseln. So ist der Körper des Kessels, welcher die Röhren enthält, cylindrisch, der vordere Theil dagegen, welcher den Heerd enthält, ist viereckig und nur oben mit einem cylindrischen Theile versehen. Von dieser Art ist der in den Fig. 12 und 13 dargestellte Kessel, von welchen die eine einen senkrechten Durchschnitt durch die Achse des Apparats, und die andere einen Querschnitt etwas hinter dem Roste darstellt.

Dieser Kessel hat 4 Heerde M', welche, wiewohl ein jeder für sich gefeuert wird, alle mittelst eines Quercanals N' mit einander in Verbindung stehen, damit die sich entwickelte Flamme, die Gase und die verbrannte Luft zusammen in allen horizontalen Röhren O' strömen, welche sämmtlich in diesen Canal ausmünden. Diese Röhren, deren es 82 giebt, sind ohngefähr 2,30 Meter (7¼ Fuß) lang und fast 10 Centimeter (4 Zoll) weit. Sie sind von allen Seiten von Wasser umgeben und öffnen sich am andern Ende in den Raum P¹, den man nach Belieben mittelst einer eisernen Thür öffnen kann, die aus zwei Theilen besteht und durch P² bezeichnet worden ist. Dadurch ist es möglich, die Röhren, sobald es erforderlich ist, mit Leichtigkeit zu reinigen, Ueber dieser Rauchkammer ist die blecherne Esse Q' angebracht, die unten viereckig ist, sehr bald aber eine cylindrische Form annimmt. Sie hat eine solche Einrichtung, daß sie etwas umgelegt werden kann, welches erforderlich ist, wenn das Schiff unter Brücken durchgehen soll.

Die Roste eines jedes Heerdes bestehen aus zwei Reihen von Roststäben R', welche eine geneigte Lage haben, wie es Fig. 13 zeigt. Sie konnten jedoch hier nur durch punctirte Linien dargestellt werden, indem der Durchschnitt nach einer senkrechten Ebene gemacht worden ist, die mitten durch den engen Raum geht, der zwischen zwei Heerden befindlich ist. Der

Dampf wird in einem obern Behälter aufgefangen, der über dem Kessel befindlich ist und die gekrümmte Röhre F enthält, welche man soviel als möglich über den Wasserstand erhebt, damit der Dampf so wenig als möglich Wassertheilchen in die Dampfleitungen mit hineinnehme. Auf diesem Behälter bringt man auch die Sicherheitsventile und die andern nöthigen Nebentheile eines Kessels an.

Nach den Dimensionen, welche die Maschinenbauer diesem Kessel gegeben haben, findet man, daß die unmittelbare Heizoberfläche der Heerde

beträgt	26 □	Meter,
die der Röhren	91 „	„
folglich die ganze Heizoberfläche	117 □	Meter.

Es entspricht dies einer Heizoberfläche von
117 : 70 = 1,67 □ Meter
auf die nominelle Pferdekraft.

Wenn man, wie bei den Locomotiven, annimmt, daß man dreimal mehr Heizoberfläche für die Röhren, als für den Heerd haben muß, um gleiche Dampfmenge hervorzubringen, und wenn man daher die 91 □ Meter der Röhren auf 30 □ Meter directe Oberfläche reducirt, so findet man 56 □ Meter für die ganze reducirte Heizoberfläche.

Hauptdimensionen, Berechnungen und Resultate des Apparates.

Die Hauptdimensionen des Apparates, welche von den Maschinenbauern angenommen worden, sind die folgenden:

Durchmesser des Dampfcylinders	0,90	Meter
Kolbenlauf	0,66	„
Anzahl der Doppelzüge in der Minute	34	
Mittlerer Dampfdruck in dem Kessel	1½	Atmosph.

Durchmesser der Röhre, welche den
Dampf zu dem Cylinder führt 0,20 Meter
Durchmesser der Luftpumpe . 0,44 "
Kolbenlauf dieser Pumpe . . 0,43 "
Aeußerer Durchmesser der Ruderräder . . . . 4 "
Mittlerer Durchmesser mitten durch die Ruder . . . . 3,56 "

Aus diesen Dimensionen folgt,
daß die Oberfläche des Dampfkolbens beträgt . . . . 6381 □ Cent.
die mittlere Geschwindigkeit dieses Kolbens in der Secunde . . 0,74 Meter
die mittlere Peripherie-Geschwindigkeit der Ruder . . . . . 6,33 "
in der Secunde.

Folglich beträgt das Verhältniß zwischen der Geschwindigkeit des Kolbens und der in der Mitte der Ruder 1 zu 8,55.

Der Nutzeffect jedes Kolbens, unter der Annahme, daß die Expansion bei $\frac{1}{4}$ des Kolbenlaufs stattfindet, d. h. während eines Viertels desselben, beträgt bei dem Drucke von $1\frac{1}{2}$ Atmosphären in dem Kessel 5041 Kilogrammmeter, d. h. $\frac{5041 \times 2 \times 34}{4500}$ = 76 brutto Pferdekräfte für jede Maschine, oder, wenn man davon 0,50 als Nutzeffect rechnet, $0{,}50 \times 76$ = 38 Pferdekräfte und daher 76 wirkliche Pferdekräfte für den ganzen Apparat.

Die Maschine legt etwa $4\frac{1}{2}$ Lieues in der Stunde in ruhigem Wasser zurück; dabei laufen die Räder nur 30 Mal in der Minute um, und der Dampfdruck beträgt immer nur $\frac{1}{2}$ Atmosphäre über dem atmosphärischen.

Ohne Belastung, d. h. nur mit Maschinen und Kessel, geht das Schiff 40 Centimeter oder 16 Zoll

im Wasser, und für jede 1000 Kilogramm Ladung geht es 1 Centimeter tiefer.

Dampfmaschinen eines rheinischen Dampfschiffes mit geneigt stehenden Cylindern, ausgeführt auf der Sterkerader Hütte.

Diese Maschinen dienen zum Betriebe des der Cölner Dampfschifffahrts-Gesellschaft gehörigen Dampfschiffs: Kronprinz von Preußen, welches 150 Fuß im Deckel lang ist und, bei 3 Fuß Tiefgang, 19 Fuß 6 Zoll in der Wasserlinie Breite hat. Der dazu gehörige Kessel, welcher die Dämpfe von 60—64 Pfd. Spannung pro Quadratzoll entwickelt, besteht aus einer eigenthümlichen Combination verschiedener Siederöhren. Statt der bisher üblichen schweren, gußeisernen Maschinengerüste, wurden bei diesem Boote zuerst schmiedeeiserne in Anwendung gebracht, welche den Maschinen ein leichtes, zierliches Ansehen geben, dabei nur halb so schwer als jene sind und sich als vollkommen stabil und zweckmäßig bewährt haben.

Fig. 1, Tafel XXXII zeigt einen senkrechten Längendurchschnitt der Maschinen und des Schiffes, sowie auch eine Ansicht der Ruderräder.

Fig. 2 ist ein Querdurchschnitt durch das Bodengerüst.

Die Maschine arbeitet mit hohem und niederm Druck, und ihre Cylinder sind schräg gegen einander gestellt. Die im Kessel entwickelten hochgespannten Dämpfe strömen durch das bei i angeschraubte Hauptdampfrohr in das Schiebergehäuse des rechtseitigen, 20zölligen Hochdruck-Cylinders A und drücken den Dampfkolben wechselsweise auf- und niederwärts. Nach ihrer Wirkung werden solche durch das Rohr m

in das Schiebergehäuse des Niederdruck-Cylinders B und endlich in den Condensator C geführt.

In den Zeichnungen hat der Kolben des Cylinders A den höchsten Stand erreicht und ist eben im Begriff wieder abwärts zu gehen, während der Kolben im Cylinder B den halben Hub vollendet hat. Die Dämpfe unterhalb des Hochdruckkolbens communiciren mittelst des Rohres m mit dem Raum im Cylinder B oberhalb des Kolbens, während die bereits benutzten, unterhalb desselben sich befindenden Dämpfe in den Condensator C strömen und durch das aus dem Rohr O hineinfließende kalte Wasser condensirt werden. Der Kolben der Luftpumpe D, welcher mittelst eines doppelarmigen Hebels von dem Kolbenstangenkreuze des Niederdruckkolbens bewegt wird, saugt bei seiner aufsteigenden Bewegung das eingespritzte und das durch Condensation der Dämpfe entstandene Wasser aus dem Condensator C und drückt das bei seinem nächst vorhergehenden Niedergange oberhalb desselben eingetretene Wasser, sowie die atmosphärische Luft, in den Warmwasserkasten E. Ein Theil dieses Wassers wird von den zu beiden Seiten der Luftpumpe angeordneten Druckpumpen q und r durch die Speiseröhre x in den Kessel gedrückt, während das überflüssige Wasser durch die Röhre F abfließt. Die zur Seite des Hochdruck-Cylinders angeordneten zwei Pumpen G und H haben denselben Zweck.

Außerdem sind noch vier andere Pumpen unter der Ruderradswelle, nahe den Wänden des Schiffes, angebracht, von welchen zwei Handpumpen sind, während die beiden andern mittelst excentrischer Scheiben von der Ruderradswelle bewegt werden. Die Handpumpen dienen sowohl zum Füllen des Kessels vor dem Anlassen der Maschinen, als auch zum Fortschaffen des Leckwassers. Von den zwei Maschinenpum-

pen saugt die eine ebenfalls Leckwasser und ist zugleich Reservepumpe, während die andere den Wasserbedarf für das Schiff selbst liefert. Alle diese Pumpen können mit Leichtigkeit in und außer Betrieb gesetzt werden.

Fig. 1 zeigt die Construction der Ruderräder. Selbige haben einen äußern Durchmesser von 13 Fuß 8 Zoll und neun Stück 7 Fuß 6 Zoll breite Schaufeln. Jede derselben besteht wieder aus fünf einzelnen Schaufeln, von denen die innern sämmtlich 4 Zoll, dagegen die äußern 5 Zoll hoch sind. Diese Verschiedenheit in der Höhe der einzelnen kleinen Schaufeln entstand daher, weil man es nachher für gut fand, den Durchmesser der Ruderräder um 2 Zoll zu vergrößern; indessen sind bei allen von der Sterkerader-Hütte später erbauten Dampfschiffen selbige von gleicher Höhe gemacht worden.

Uebersicht der Haupt-Dimensionen der Maschine.

Durchmesser des Dampfzuleitungsrohrs	.	—	Fuß	6	Zoll
„ des Hochdruckcylinders	. .	1	„	8	„
„ des Niederdruckcylinders	. .	3	„	—	„
Kolbenhöhe	. . . . .	—	„	5 u. 8	„
Kolbenhub	. . . . . .	3	„	—	„
Stärke der Kolbenstangen		—	„	$3\frac{1}{8}$	„
Länge der Bläulstange	.	6	„	2	„
Durchmesser der Luftpumpe		1	„	$8\frac{1}{2}$	„
Stärke der Ruderradwelle		—	„	7 u. 8	„

Die Ruderräder machen in der Minute 30 bis 31 Umdrehungen, und das Schiff legt dabei eine Strecke von $2\frac{1}{4}$ Meile stromaufwärts, bei einer Was-

fergeschwindigkeit von 3 bis $3\frac{1}{2}$ Fuß pro Secunde, in $1\frac{1}{2}$ Stunden zurück.

Schiffsdampfmaschinen mit schwingenden Cylindern.

Fig. 1, Tafel XXXIV giebt eine Seitenansicht der beiden Maschinen mit schwingenden Cylindern und der beiden Kessel, Fig. 2 eine Ansicht von vorn der beiden Cylinder und Ruderräder, des Dampfschiffes „schwarzer Adler" von der königl. englischen Marine. Beide Maschinen haben eine Kraft von 260 Pferden und sind bei Penn & Sohn in Greenwich erbaut. Nach dem, was wir weiter oben bereits über Dampfschiffe gesagt haben, bedürfen die Figuren keiner weitern Erklärung.

VI. Locomotiven.

Die Locomotiven oder Dampfwagen sind Betriebsapparate für Wagenzüge auf Eisenbahnen. Sie unterscheiden sich von allen vorhergehend beschriebenen Dampfmaschinen dadurch, daß ihre Kraft durch den Raum begrenzt ist, den sie wegen der fast constanten Breite der Bahnen annehmen können. Es folgt daraus, daß diese Motoren fast alle gleiche Kraft haben und sich unter einander nur durch die Größe der fortzuschaffenden Last und durch die Geschwindigkeiten unterscheiden, welche sie im Verhältniß zu der Last anzunehmen vermögen.

Man unterscheidet im Allgemeinen drei Arten von Bahnzügen, Trains oder Convois, nämlich:

1. Eil- oder Personenzüge.
2. Ordinäre oder gemischte Züge.
3. Güterzüge.

Die Ersten müssen mit großer Geschwindigkeit bewegt werden, d. h. ohne den Aufenthalt auf den Stationen, 45 Kilometer oder 6 preuß. Meilen (= 24000 rh. Fuß) in der Stunde.

Die Bewegung der Zweiten erfolgt mit mittlerer Geschwindigkeit, d. h. 35 Kilom. oder $4\frac{2}{3}$ Meilen in der Stunde.

Die Dritten werden mit geringer Geschwindigkeit betrieben, d. h., sie müssen 25 Kilom. oder $3\frac{1}{3}$ Meilen in der Stunde zurücklegen.

Man unterscheidet daher auch in dieser Beziehung drei oder wenigstens zwei Arten von Locomotiven für den Personen-, den gemischten oder den Gütertransport.

Alle diese verschiedenen Locomotiven ruhen jetzt auf drei Paar Rädern, die fest mit ihren Achsen verbunden sind.

Triebräder nennt man diejenigen Räder, deren Adhäsion an den Schienen bei dem Ziehen als Mittel angewendet wird. Die Zahl der Triebräder ist um so größer, je bedeutender die zu ziehende oder fortzuschaffende Last ist. Bei den Locomotiven zum Personentransport beträgt die Zahl gewöhnlich zwei; bei denen zum gemischten Transport zwei, oder besser, vier und beim Gütertransport vier oder noch besser sechs.

Die Triebräder sind einander alle gleich. Giebt es deren vier oder sechs, so bilden stets zwei, die Haupttriebräder, das Paar, welches die Bewegung der Triebkolben direct aufnimmt und welches sie den andern Triebrädern durch eiserne Stangen, sogenannte Kuppelungsstangen, mittheilt. Man nennt die Maschinen alsdann Locomotiven mit vier oder mit sechs gekuppelten Rädern.

Nach dieser Feststellung muß nun die Zusammensetzung einer Locomotive aus vier Hauptdaten abgeleitet werden, nämlich:

sergeschwindigkeit von 3 bis 3½ Fuß pro Secunde, in 1½ Stunden zurück.

Schiffsdampfmaschinen mit schwingenden Cylindern.

Fig. 1, Tafel XXXIV giebt eine Seitenansicht der beiden Maschinen mit schwingenden Cylindern und der beiden Kessel, Fig. 2 eine Ansicht von vorn der beiden Cylinder und Ruderräder, des Dampfschiffes „schwarzer Adler" von der königl. englischen Marine. Beide Maschinen haben eine Kraft von 260 Pferden und sind bei Penn & Sohn in Greenwich erbaut. Nach dem, was wir weiter oben bereits über Dampfschiffe gesagt haben, bedürfen die Figuren keiner weitern Erklärung.

VI. Locomotiven.

Die Locomotiven oder Dampfwagen sind Betriebsapparate für Wagenzüge auf Eisenbahnen. Sie unterscheiden sich von allen vorhergehend beschriebenen Dampfmaschinen dadurch, daß ihre Kraft durch den Raum begrenzt ist, den sie wegen der fast constanten Breite der Bahnen annehmen können. Es folgt daraus, daß diese Motoren fast alle gleiche Kraft haben und sich unter einander nur durch die Größe der fortzuschaffenden Last und durch die Geschwindigkeiten unterscheiden, welche sie im Verhältniß zu der Last anzunehmen vermögen.

Man unterscheidet im Allgemeinen drei Arten von Bahnzügen, Trains oder Convois, nämlich:

1. Eil- oder Personenzüge.
2. Ordinäre oder gemischte Züge.
3. Güterzüge.

Die Ersten müssen mit großer Geschwindigkeit bewegt werden, d. h. ohne den Aufenthalt auf den Stationen, 45 Kilometer oder 6 preuß. Meilen (= 24000 rh. Fuß) in der Stunde.

Die Bewegung der Zweiten erfolgt mit mittlerer Geschwindigkeit, d. h. 35 Kilom. oder $4\frac{2}{3}$ Meilen in der Stunde.

Die Dritten werden mit geringerer Geschwindigkeit betrieben, d. h., sie müssen 25 Kilom. oder $3\frac{1}{3}$ Meilen in der Stunde zurücklegen.

Man unterscheidet daher auch in dieser Beziehung drei oder wenigstens zwei Arten von Locomotiven für den Personen-, den gemischten oder den Gütertransport.

Alle diese verschiedenen Locomotiven ruhen jetzt auf drei Paar Rädern, die fest mit ihren Achsen verbunden sind.

Triebräder nennt man diejenigen Räder, deren Adhäsion an den Schienen bei dem Ziehen als Mittel angewendet wird. Die Zahl der Triebräder ist um so größer, je bedeutender die zu ziehende oder fortzuschaffende Last ist. Bei den Locomotiven zum Personentransport beträgt die Zahl gewöhnlich zwei; bei denen zum gemischten Transport zwei, oder besser, vier und beim Gütertransport vier oder noch besser sechs.

Die Triebräder sind einander alle gleich. Giebt es deren vier oder sechs, so bilden stets zwei, die Haupttriebräder, das Paar, welches die Bewegung der Triebkolben direct aufnimmt und welches sie den andern Triebrädern durch eiserne Stangen, sogenannte Kuppelungsstangen, mittheilt. Man nennt die Maschinen alsdann Locomotiven mit vier oder mit sechs gekuppelten Rädern.

Nach dieser Feststellung muß nun die Zusammensetzung einer Locomotive aus vier Hauptdaten abgeleitet werden, nämlich:

1. von der Breite der Bahn;

2. von der größten Entfernung zwischen den beiden äußern Achsen;

3. von der Beschaffenheit des anzuwendenden Brennmaterials;

4. von der Zugkraft, welche man anwenden will;

Wir wollen diese vier Bedingungen nach einander betrachten.

1. Die Spurweite oder die Breite der Bahn.

Die Spurweite auf den englischen, belgischen, deutschen und französischen Eisenbahnen beträgt 1,435 bis 1,45 Meter oder 4 Fuß 8½ Zoll bis 4 Fuß 9 Zoll englisches oder 4 Fuß 7 Zoll bis 4 Fuß 7½ Zoll rhein. Maß zwischen den Schienen; die Spurweite der von London nach Birmingham führenden sogenannten Great-Western-Bahn beträgt ausnahmsweise 2,128 Meter, 7 Fuß engl. oder 6¾ Fuß rhein. Maß.

Bei einer Breite von 6 Centim. für die obere Fläche der Schienen beträgt die Spurweite, von Achse zu Achse, in Frankreich gewöhnlich 1,50 bis 1,51 Met.

Nach der Stärke der Radspurkränze sind die Entfernungen zwischen den innern Ebenen der Radkränze verschieden und betragen, nach den beiden Breiten der Spur, 1,35 und 1,37 Meter. So beträgt z. B. auf einer Bahn, auf welcher die Schienen 1,44 oder 1,50 Meter, von Achse zu Achse, von einander entfernt liegen, die Entfernung zwischen den innern Flächen der Locomotiv-Radkränze 1,355 Meter. Auf einer andern, auf welcher die Schienen 1,45 Meter von einander entfernt liegen, d. h. 1,51 von Achse zu Achse, beträgt diese Entfernung nur 1,36 Meter, während sie sich auf andern Eisenbahnen, deren Schienen

1,45 Meter von [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]
Meter beschränkt.

3. Entfernung zwischen den [illegible] [illegible]

Die Entfernung [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] bis zu der der [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] sten Krümmungshalbmesser [illegible] [illegible] [illegible] welcher die Locomotiven [illegible] [illegible] [illegible] der Geschwindigkeit, [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] fahren werden sollen.

Da die geringsten Krümmungshalbmesser [illegible] Bahnen 300 bis 100 Meter betragen [illegible] einem Geschwindigkeits-[illegible] [illegible] 60 Kilometer [illegible] [illegible] die zweckmäßigsten Entfernungen [illegible] [illegible] der hintersten Achse zu [illegible].

4 Meter.

1. Für den geringsten Halbmesser von 100 Metern bei größter Geschwindigkeit.

2. Für den geringsten Halbmesser von 300 Metern auf einer Station, wo [illegible] angehalten wird.

3. Für den geringsten Halbmesser von 300 Metern auf den Nebenbahnen der Bahnhöfe und [illegible] Kreuzungen.

2,5 Meter.

1. Für den geringsten Halbmesser von 600 Metern und bei größter Geschwindigkeit.

2. Für den geringsten Halbmesser von 300 Metern auf einer Station, wo stets angehalten wird.

3. Für den geringsten Halbmesser von 200 Metern auf den Bahnhöfen und den Kreuzungen.

8. Beschaffenheit des Brennmaterials.

Die Beschaffenheit des Brennmaterials äußert hauptsächlich seinen Einfluß auf den räumlichen Inhalt des Feuerkastens und auf die Oberfläche des Rostes. Die Menge der Coaks, welche in einer Stunde in einer Locomotive verbrennt, beträgt im Durchschnitt 5 Kilogr. auf ein Quadratdecimeter der Rostoberfläche, bei einer Stärke der Brennmaterialschicht von 60 Centimetern. Bei einer guten Beschaffenheit der Coaks entspricht die Verbrennung von 1 Kilogramm 6 Kilogramm Dampf; wenn sie aber nur von mittelmäßiger Güte sind, so vermindert sich die Dampferzeugung nicht allein im Verhältniß zu dem Kohlenstoffgehalt, sondern auch wegen der schlechtern Verbrennung, welche stattfindet und daher rührt, daß die Strahlung des Brennmaterials durch den Rost mehr oder weniger schlecht ist. In diesem Fall ist der Feuerkasten, oder besonders die Rostoberfläche, nicht groß genug, denn es giebt kein anderes Mittel, eine hinreichende Temperatur des Heerdes zu erhalten, als wenn man die Masse des glühenden Brennmaterials vermehrt, in dem aber das Blaserohr den in diesem Fall erforderlichen Zug nicht anders hervorbringen kann, als durch Absorption von fast dem ganzen Nutzeffect der Maschine.

Nun ist aber jetzt der Steinkohlenverbrauch so groß, daß man für die Locomotiven nur geringere Sorten benutzen kann, und es ist dies auch in Deutschland, Frankreich und Belgien, ja auch in England wirklich der Fall, und man muß daher die Vorsicht gebrauchen, und den Feuerkasten, sowie auch den Rost, so groß als möglich zu machen. Eine Uebertreibung in dieser Beziehung kann kaum einen Nachtheil haben und schadet auch bei der Benutzung guter Steinkohlen

nichts, deren Verbrennung man durch Erweiterung des Blaserohrs verzögert.

Außer Steinkohlen wendet man auch Holz auf vielen, namentlich auf deutschen, Eisenbahnen zur Feuerung an. Anfangs 1846 hatten von allen 500 Locomotiven auf denselben 200 Holzfeuerung. Man rechnet 10 bis 12 österreichische Cubikfuß Tannenholz gleich 1 Ctr. Coaks.

Endlich ist auch gehörig trockner Torf recht gut zu gebrauchen, wenn er in dünnen Schichten verbrannt und also oft aufgeschüttet wird, und der Heerd, wie für Holz, geräumiger ist.

Anthracit wurde in Nordamerika auch häufig angewendet, jedoch soll man dies wieder aufgegeben haben.

4. Zugkraft.

Die Zugkraft der Locomotiven ist nicht allein nach der Geschwindigkeit, welche sie annehmen müssen, sondern auch nach den Steigungen der Bahnen verschieden. Auf einer horizontalen Strecke beträgt der mittlere Widerstand auf die Tonne (1000 Kilogr.) Belastung 4 Kilogr., und derselbe nimmt für jedes Millimeter Steigung um 1 Kilogr. zu.

Eine Locomotive muß nie mehr zu ziehen haben, als die Belastung, welche der stärksten Steigerung der Bahn entspricht, die sie befährt, weil man sonst ein Stehenbleiben des Bahnzuges zu befürchten hätte. Es folgt daraus, daß da, wo starke Steigungen auf einer Bahn vorkommen, stets kräftige Maschinen zur Hand sein müssen, damit der Bahnzug stets derselbe bleiben könne und die von einer Locomotive zu ziehenden Wagen nicht vermindert zu werden brauchen. Da übrigens die Steigungen über $\frac{1}{100}$ in jeder Beziehung große Nachtheile haben, so sucht man sie möglichst zu

So sinnreich aber auch diese Einrichtung sein mag, die besonders bei den Locomotiven für den Gütertransport mit vier gekuppelten Triebrädern sehr allgemein ist, so hat sie doch das Nachtheilige, daß der Feuerkasten nicht unterstützt ist, wie es bei den alten vierrädrigen Maschinen der Fall ist, so daß der Heerd keine mit einer starken Verdampfung im Verhältniß stehenden Dimensionen haben kann. Es folgt daraus, daß in Beziehung auf den Nutzeffect diese neue Einrichtung vollkommen dem vorgesetzten Zweck entspricht, dagegen in Beziehung auf die Kraft durchaus nicht. Die Rostoberfläche ist nämlich bei den Maschinen mit Feuerkasten hinter den Rädern stets nur 85 bis 90 Quadratcentimeter groß, während die Maschinen, deren Feuerkasten zwischen den Rädern liegt, eine Rostoberfläche von 1 Quadratmeter haben können. Mögen jene wirklich nicht soviel Brennmaterial verbrauchen, so haben sie doch auch keineswegs eine so bedeutende Kraft, wie sie in vielen Fällen erforderlich ist.

Unter diesen Umständen muß man nothwendig zur Annahme eines vierten Räderpaares oder besser wieder zu der ältern Einrichtung gelangen und das hinterste Paar von den dreien hinter den Feuerkasten legen, um denselben länger machen und unterstützen zu können. Die Mitten der vordersten und der hintersten Achsen sind alsdann 4 Meter von einander entfernt, während diese Entfernung bei der Maschine, deren Feuerkasten hinter den Hinterrädern liegt, nur 3 bis höchstens $3\frac{1}{2}$ Meter beträgt (wie bei den weiter unten abgebildeten Stephenson'schen Maschine). — Es erleidet gar keinen Zweifel, daß, um den Anforderungen zu genügen und recht kräftige Maschinen zu erlangen, die Entfernung der beiden äußern Achsen in der Folge bis auf $4\frac{1}{2}$ Meter oder darüber steigen muß.

Wenn man aber bedenkt, daß durch die zahlreichen Versuche, denen die Kessel mit langen Röhren unterworfen worden sind, bewiesen worden ist, daß die durch die Heizoberfläche durch Berührung mitgetheilte Wärmemenge sich in gewissen Fällen von $\frac{1}{3}$ auf $\frac{1}{4}$ vermindert hat, was diejenige Wärme betrifft, die unmittelbar durch die Heizoberfläche mitgetheilt worden ist, so fühlt man sich unmittelbar zu der Annahme veranlaßt, daß bei einer geringen Brennmaterialersparung es unnütz sei, die Röhren so lang zu machen, sondern daß es den Vorzug verdiene, wenn es die übrigen Verhältnisse gestatten, den Feuerkasten zwischen die Achsen zu legen und die beiden äußern Achsen 4 Meter von einander zu entfernen. Bei einer solchen Einrichtung haben die Röhren eine Länge von 3,30 bis 3,40 Meter, und die Rostoberfläche kann eine gehörige Größe erlangen.

Es folgt daraus, daß jedesmal dann, wenn die beiden äußern Achsen 4 Meter auseinander gelegt werden können, es zweckmäßiger ist, den Feuerkästen zwischen die beiden Achsen zu legen. Können dagegen, der Bahncurven oder anderer Verhältnisse wegen, die beideu äußern Achsen nur 3,50 Meter von einander entfernt werden, so ist es vortheilhafter, den Feuerkasten hinter die Hinterachse zu legen. Aber auch dann ist es zweckmäßiger, dem Feuerkasten Verhältnisse zu geben, die in Uebereinstimmung mit der nothwendigen Verdampfungskraft der Maschine stehen.

Da nun einerseits eine Länge von 4 Meter zwischen den beiden äußern Achsen nur dann angenommen werden kann, wenn die Curven, welche mit einer großen Geschwindigkeit durchlaufen werden müssen, einen Radius von wenigstens 2000 Metern haben; da ferner die hinter der Hinterachse angebrachten Feuerkästen sich nur in der Breite ausdehnen können, indem ihre jetzige Länge ohne Nachtheile nicht überstie-

gen werden darf, so ist es für ausgedehnte Eisenbahnen, die kräftiger Betriebsmittel bedürfen, nothwendig, hauptsächlich zwei Puncte zu berücksichtigen:

Curven mit geringem Halbmesser zu vermeiden, oder die Spur so breit als möglich zu machen.

Da nun die Vermeidung der Curven das wohlfeilere und leichtere Mittel von beiden ist, so ist es wahrscheinlich, daß man ihm lange Zeit hindurch den Vorzug geben wird. Man darf daher annehmen, daß früher oder später die Stellung des Feuerkastens zwischen zwei Achsen ausschließlich bei den Locomotiven auf großen Eisenbahnlinien angewendet werden werde, während solche, deren Feuerkasten hinter den Achsen liegt, für kleinere Eisenbahnlinien bleiben müssen, indem sie dort aus den erwähnten Gründen bedeutende Vortheile gewähren. Wir haben weiter unten zwei Locomotiven beschrieben, deren Erbauer, der eine ein berühmter Deutscher, der andere ein berühmter englischer Maschinenbauer sind, nämlich Borsig in Berlin und Stephenson in Newcastle am Tyne. Der Erstere giebt seinen großen Maschinen, die auf den bedeutendsten Eisenbahnen in Norddeutschland, von den Ufern der Ostsee bis zum Fuße des Thüringer Waldes im Betriebe stehen, die hier als die vorzüglichste beschriebene Einrichtung, indem der Feuerkasten zwischen zwei Achsen liegt. Bei der eben so großen Maschine von Stephenson mit gekuppelten Rädern, welche die neueste Construction dieses Altmeisters unter den Locomotivenbauern zeigt, liegt der Feuerkasten dagegen hinter den Achsen.

Sind nun die Breite der Bahnspur und die größte Entfernung zwischen den äußern Achsen bekannt, so ist die Anordnung der verschiedenen Theile einer Locomotive, außer dem Kessel, gewissermaßen nur die Sache der Mode oder des angenommenen Gebrauchs, welche die verschiedenen Maschinenbauer, die sich mit

der Anfertigung der Locomotiven beschäftigen, mit mehr oder weniger Geschick, oder mit mehr oder weniger Vortheilen ausführen. Auch giebt es für die meisten dieser Theile verschiedene Systeme der Construction, woraus verschiedene Abänderungen der Locomotive hervorgehen. Die ersten und wichtigsten von diesen Abänderungen sind diejenigen, welche aus der Lage der Dampfcylinder hervorgehen. Diese Lage allein veranlaßt vier Abänderungen, unter denen zwei hauptsächliche, nämlich:

1. Die Maschinen mit innern Cylindern.
2. Die Maschinen mit äußern Cylindern.

Und zwei secundäre, nämlich:

1. Die Maschinen mit horizontalen Cylindern.
2. Die Maschinen mit geneigten Cylindern.

Früher lagen alle Cylinder im Innern des Rauchkastens; die Triebachse hatte zwei Kröpfungen oder zwei Kurbeln und war sehr schwierig anzufertigen. Alle Theile, die zur Bewegungsmittheilung dienen, waren an dem Kessel angebracht; der Rahmen oder das Gestell der Locomotive lag außerhalb der Räder und ebenso die Schenkel der Achsen mit ihren Büchsen. Dadurch war man im Stande, dem Feuerkastenmantel eine Breite von 8—10 Centimetern, von der innern Radfläche entfernt, zu geben, und wenn diese Entfernung 1,36 Meter beträgt, so hatte der Feuerkastenmantel seiner ganzen Höhe nach eine Breite von 1,26 bis 1,28 Meter. Außerdem wurden die Cylinder in dem Rauchkasten stets warm erhalten. Jedoch war die Verbindung der Theile der Bewegung mit den Theilen des Apparats, welche durch das Feuer ausgedehnt und so leicht zerstört werden, sehr nachtheilig. Man behielt jedoch diese Einrichtung lange Zeit hindurch bei, und als man äußere Cylinder statt der innern anbrachte, so geschah dies weit mehr aus dem Grunde, um die gekröpfte Achse entbehren zu können,

als um die Abhängigkeit der Cylinder von dem Kessel zu vermeiden. Jetzt werden daher mehr Locomotiven mit äußern, als mit innern Cylindern erbaut. Es ist daher auch nothwendig, die Achsenbüchsen innerhalb der Räder anzubringen und ebenso auch die Räder vor dem Gestell. Diese Einrichtung haben jetzt übrigens auch, wie wir an der Stephenson'schen Maschine sehen, die Maschinen mit innern Cylindern.

Nach diesen allgemeinen Betrachtungen über die Locomotiven wollen wir nun zuvörderst zwei verschiedenartig eingerichtete und aus verschiedenen Maschinenbauwerkstätten hervorgegangene Locomotiven näher beschreiben und uns dann zu der Betrachtung der wichtigsten einzelnen Theile wenden.

Beschreibung einer Locomotive mit veränderlicher Expansion, hervorgegangen aus der Maschinenbauanstalt von Borsig in Berlin.

Die Maschinenbauanstalt von Borsig ist unstreitig die größte und vorzüglichste in ganz Deutschland. Bis zur Mitte des Jahres 1847 waren aus derselben bereits wenigstens 150 Locomotiven für sämmtliche norddeutsche Eisenbahnen hervorgegangen, und 60 waren bereits am Schlusse des Jahres 1846 noch bestellt. Die hier zu beschreibende Locomotive „Beuth," welche die Berliner Gewerbe-Ausstellung zierte, war die 24ste, allein es sind an derselben mehrere wichtige Verbesserungen und neue Vorrichtungen angebracht, die dem Erbauer eigenthümlich sind.

Die auf den Taf. XXXV bis XXXVII abgebildete Locomotive mit außenliegenden Cylindern, und auf 6 Rädern ruhend, hat nächstehende, zur bequemen Vergleichung in englischen Maßen gegebene, Hauptdimensionen:

Rostfläche . . . . 9 Quadratfuß.
Ganze feuerberührte Fläche . 604 Quadratfuß.
Feuerröhren, 111 an der Zahl, von $1\frac{11}{16}$ Zoll äußerm Durchmesser und 10 Fuß Länge.
Kesseldurchmesser . . . 3 Fuß 4 Zoll.
Schornsteindurchmesser . . $13\frac{1}{4}$ Zoll.
Mündung des Ausblaserohrs $2\frac{1}{4}$ Zoll Durchmesser; dieselbe kann durch die Seitenöffnungen q, q (Fig. 15, Taf. XXXVI) auf den vollen Querschnitt des Rohrs erweitert werden.
Durchmesser des Dampfcylinders 13 Zoll.
Hub desselben . . . 22 Zoll.
Hub der Kesselpumpen . 7 Zoll.
Durchmesser der Treibräder . 5 Fuß.
Durchmesser der Laufräder . 3 Fuß 3 Zoll.

Die Maschine arbeitet mit Expansion, welche, von $\frac{1}{4}$ bis zur Füllung des Cylinders wechselnd, während der Fahrt vom Maschinisten leicht auf den jedesmal erforderlichen Grad festgestellt werden kann. Die weiten Grenzen der Abstufungen in der Expansion setzen den aufmerksamen Führer in den Stand, die Zugkraft der Maschine während der Fahrt, bei ganz offenem Regulator, lediglich durch die Expansion, zu reguliren und so den Dampf möglichst ökonomisch zu verwenden.

Der Hebel x', welcher dem Maschinisten zur Handhabung der Expansion dient, kann in sechs verschiedenen Positionen festgestellt werden, wodurch folgende Grade der Expansion bestimmt sind:

1. Posit. $\frac{1}{4}$ Füllung des Cylinders (der Expansionsschieber macht den größten Weg).
2. „ $\frac{3}{8}$ — —
3. „ $\frac{1}{2}$ — —
4. „ $\frac{5}{8}$ — —
5. „ $\frac{3}{4}$ — —
6. „ $\frac{7}{8}$ — — (der Expansions-

schieber steht still, die Absperrung bei $\frac{2}{3}$ des Kolbenlaufes geschieht in Folge der Deckung des Schiebers.)

Wird nun die im Cylinder während der Expansion stattfindende mittlere Dampfspannung, welche, für den ganzen Hub gerechnet, dieselbe mechanische Arbeit verrichten würde, wie der expandirende Dampf, durch P Pfund auf den Quadratzoll bezeichnet, so findet man, nach Pambour, den nützlichen Dampfdruck p (in Pfunden auf den Quadratzoll Kolbenfläche), wenn man von dem mittleren Dampfdrucke P folgende, in Pfunden auf den Quadratzoll Kolbenfläche ausgedrückte, Widerstände in Abzug bringt:

1. Den atmosphärischen Gegendruck mit 15 Pfund
2. Den vom Ausblaserohr herrührenden mittleren Gegendruck mit . . 5 "
3. Den Druck zur Ueberwindung der Reibung in den Maschinentheilen der Locomotive ohne Ladung mit 1 "
4. Den Druck zur Ueberwindung der von der Ladung herrührenden Reibungsvermehrung in der Maschine mit $\frac{1}{7}$ der Ladung, also mit $\frac{1}{7}$ des nützlichen Dampfdruckes oder . . . $\frac{1}{7}$ p "

zusammen $\frac{1}{7}$ p + 21 Pfund.

Zur Bestimmung des nützlichen Dampfdrucks hat man also die Gleichung:

$$p = P - (\tfrac{1}{7} p + 21)$$

oder $\frac{8}{7} p = P - 21$

mithin $p = \frac{7}{8} (P - 21)$.

Es verdient noch hervorgehoben zu werden, daß der gesammte nützliche Dampfdruck, also das Product aus p in den Flächeninhalt beider Kolben, die auf den Kolben reducirte Zugkraft repräsentirt, welche die Locomotive mittelst des Zugeisens auf den Bahnzug

ausübt. Wird also diese Belastung der Kolben mit dem Verhältnisse der Kolbengeschwindigkeit zu der Geschwindigkeit am Umfange der Treibräder multiplicirt, so erhält man die auf den Wagenzug ausgeübte Zugkraft (in Pfunden ausgedrückt), welche der Summe der vom Bahnzuge herrührenden Widerstände gleich ist. Bei der Berechnung dieser Widerstände ist der Tender, mit einem Gewichte von 140 Ctr. = 7 Tonnen, als Bahnfuhrwerk zu betrachten; im Falle von Steigungen der Bahn muß das Gewicht der Locomotive, von 290 Centnern = 14½ Tonnen, dem Bruttogewichte der Bahnfuhrwerke zugerechnet werden, so wie auch bei der Bestimmung des Luftwiderstandes gegen den Bahnzug die Locomotive als Bahnfuhrwerk mitzählt.

In der obigen Gleichung sind nun für P die Werthe der mittleren Dampfspannungen einzuführen, wie sie sich aus der ursprünglichen Spannung des in den Cylinder strömenden Dampfes und den erwähnten Graden der Expansion ergeben. Für die Ersparung an Brennmaterial ist es vortheilhaft, wo möglich mit ganz geöffnetem Regulator zu fahren und die Regulirung des Ganges der Maschine mittelst der Expansion zu bewirken; in dieser Voraussetzung kann die Spannung des in den Cylinder tretenden Dampfes nur wenig von der Spannung im Kessel verschieden sein. Wenn nun der Kessel eine Dampfspannung von 72 Pfund Ueberdruck halten darf, so kann angenommen werden, daß der Dampf mit einem Ueberdrucke von 70 Pfund, oder mit einer Spannung von 85 Pfund in den Cylinder tritt; werden hiernach die den verschiedenen Expansionsgraden entsprechenden Werthe von P bestimmt, so ergeben sich die correspondirenden Werthe des nützlichen Dampfdruckes p, wie folgt:

1. für ¼ Cylinderfüllung ist P = 51,3 Pfund und p = 26,5 Pfund.

2. für $\frac{3}{8}$ Cylinderfüllung ist P = 63,1 Pfund und p = 36,8 Pfund.
3. für $\frac{1}{2}$ Cylinderfüllung ist P = 71,7 Pfund und p = 44,4 Pfund.
4. für $\frac{5}{8}$ Cylinderfüllung ist P = 77,7 Pfund und p = 49,6 Pfund.
5. für $\frac{3}{4}$ Cylinderfüllung ist P = 81,7 Pfund und p = 53,0 Pfund.
6. für $\frac{7}{8}$ Cylinderfüllung ist P = 83,8 Pfund und p = 55,0.

Aus den geringen Differenzen, welche sich für die auf einander folgenden Werthe des nützlichen Dampfdruckes bei den verschiedenen Graden der Expansion herausstellen, kann man leicht ersehen, wie es möglich ist, den Gang der Locomotive durch bloße Handhabung der Expansion zu reguliren, zumal da bei einem Wechsel der Steigungsverhältnisse der Bahn sich gleich sehr fühlbare Differenzen in der Ladung der Maschine zeigen.

Sehr bemerkenswerth für die Oekonomie des Dampfes ist die Erhaltung der größten Spannung im Kessel, weil der Führer dadurch den größten Vortheil aus der Expansion ziehen kann. Besonders wesentlich ist es, bei der Abfahrt des Bahnzuges die höchste Spannung im Kessel zu haben, weil während der Fahrt nur schwer die Spannung gesteigert werden kann; bei voller Ladung der Locomotive ist es sogar ganz unmöglich, wie nun näher gezeigt werden soll.

Unter der vollen Ladung der Maschine wird hier eine Ladung verstanden, welche bei der verlangten Geschwindigkeit dem Maximum der Verdampfungsfähigkeit entspricht. Das Maximum der Verdampfung bei der in Rede stehenden Locomotive kann, für eine Geschwindigkeit von 6 Meilen in der Stunde, erfahrungsmäßig auf 160 Cubikfuß Wasser in der Stunde angenommen werden, indem eine Maschine von glei-

cher Construction und denselben Dimensionen den ganzen Wasservorrath im Tender, ein Wasserquantum von 120 Cubikfuß, verbrauchte, um eine Strecke von $4\frac{1}{2}$ Meile mit der Geschwindigkeit von 6 Meilen in der Stunde zurückzulegen. Diese Geschwindigkeit konnte trotz des lebhaftesten Zuges nicht gesteigert werden, woraus folgt, daß die Maschine ihre volle Ladung hatte und ihre höchste Verdampfungsfähigkeit in Anspruch genommen wurde.

Die Spannung, mit welcher der Dampf in die Cylinder treten muß, um bei $\frac{7}{8}$ Füllung das Maximum der Dampfproduction in Anspruch zu nehmen, bestimmt sich, wie folgt:

Der Weg, den der Umfang des Treibrades in der Stunde zurücklegt, ist gleich 6 Meilen oder 6.24000 Fuß. Der von der Kurbelwarze durchlaufene Weg verhält sich zum Wege am Radumfange wie 11 : 30, also durchläuft die Kurbelwarze stündlich $6 . 24000 . \frac{11}{30}$ Fuß. Der vom Kolben durchlaufene Weg verhält sich zu dem der Kurbelwarze wie $2 : \frac{22}{7} : 11$, also durchläuft der Kolben stündlich einen Weg von $6 . 24000 . \frac{11}{30} . \frac{7}{11} = 33600$ Fuß. Der Querschnitt des Kolbens beträgt $\frac{125}{144}$ Quadratfuß, also durchlaufen beide Kolben zusammen einen Raum von

$$2 . \frac{125}{144} . 33600 = \text{ Cubikfuß in der Stunde.}$$

Der zwischen Kolben und Deckel des Cylinders nothwendige Zwischenraum, mit dem Inhalte des Dampfcanals zusammengenommen, beträgt $\frac{1}{20}$ des vom Kolben durchlaufenen Cylinderinhaltes; also sind ei-

Füllung dieses sogenannten schädlichen Raumes $\frac{58333}{20}$ $= 2916,7$ Cubikfuß Dampf in der Stunde erforderlich; der stündliche Dampfverbrauch für die Füllung des Hubraumes beträgt $\frac{58333 \cdot 7}{8} = 51041,4$ Cubikfuß, mithin ist der ganze Dampfverbrauch für die Stunde $2916,7 + 51041,4 = 53958$ Cubikfuß. Im Falle des Maximums der Dampfbildung ist dieses Dampfvolumen gebildet aus $160 \cdot \frac{3}{3} = 120$ Cubikfuß Wasser, wenn nach Pambour $\frac{1}{4}$ des verbrauchten Wasserquantums theils unverdampft übergerissen wird, theils als Dampf durch die Sicherheitsventile entweicht. Ist nun V das relative Volumen des in den Cylinder strömenden Dampfes, so hat man die Gleichung $120 = \frac{53958}{V}$,

$$\text{also } V = \frac{53958}{120} = \text{sehr nahe } 450.$$

Diesem relativen Volumen entspricht eine Spannung von 64 Pfund; der Werth des Mitteldruckes P für diese Spannung und bei $\frac{7}{8}$ Füllung ist gleich 63,4 Pfund auf den Quadratzoll, und der entsprechende nützliche Dampfdruck p ist gleich 37 Pfund auf den Quadratzoll.

Wenn nun die Ladung der Locomotive = 37 Pfund auf den Quadratzoll Kolbenfläche beträgt und die Spannung des Dampfes im Kessel bei der Abfahrt nur um einige Pfunde höher als 64 Pfund, etwa 66 Pfund, ist, so muß mit ganz geöffnetem Regulator und der größten Cylinderfüllung gearbeitet werden; das Maximum der Verdampfung findet statt, und eine Steigerung der Spannung im Kessel während der Fahrt ist unmöglich, wenn nicht durch be-

sondere Verhältnisse der Bahn) auf einer hinreichend langen Bahnstrecke ein Gefälle vorkommt, welches die Ladung der Maschine vermindert. Kommen hingegen Steigungen vor, so muß sich die Geschwindigkeit des Bahnzuges vermindern, und zwar entsprechend der durch das relative Gewicht des ganzen Bahnzuges vermehrten Ladung und der durch Verminderung der Geschwindigkeit verminderten Verdampfung.

Man sieht hieraus, wie es vorkommen kann, daß während der ganzen Fahrt mit vollem Dampfe gearbeitet werden muß, und durch Vergleichung der Nutzladung von 37 Pfund auf den Quadratzoll Kolbenfläche mit den für die verschiedenen Expansionsgrade gegebenen Werthen des nützlichen Dampfes erkennt man; daß für eine Spannung von 72 Pfund Ueberdruck im Kessel, welche bei der Abfahrt stattfinden konnte, dieselbe Ladung der Maschine mit $\frac{3}{8}$ Cylinderfüllung fortzuschaffen war.

Das relative Volumen des mit einer Spannung von 85 Pfund in den Cylinder tretenden Dampfes ist 318; die Füllung des schädlichen Raumes erfordert für die Stunde 2916,7 Cubikfuß Dampf; auf $\frac{3}{8}$ des Kolbenlaufs gehen stündlich 58333$\frac{3}{8}$ = 21874,8 Cubikfuß, also ist der Dampfverbrauch für die Stunde gleich 2916,7 + 21874,8 = 24791,5 Cubikfuß Dampf von einem relativen Volumen gleich 348; dieser Dampf ist gebildet aus $\frac{24791,5}{348}$ Cubikfuß Wasser, folglich beträgt die ganze Wasserconsumtion in der Stunde $\frac{24791,5}{348} \cdot \frac{4}{3} = 95$ Cubikfuß, während bei der ersten Annahme 160 Cubikfuß erforderlich waren, um denselben Bahnzug mit derselben Geschwindigkeit fortzuschaffen. Wenn nun der Verbrauch des Brennmaterials dem Verbrauche an Wasser proportional ist, so muß die Wichtigkeit der Expansion und der hohen

Dampfspannung im Kessel bei der Abfahrt einleuchten.

Das ganze Gewicht der Locomotive im Arbeitszustande beträgt 290 Centner. Durch geregelte Spannung der Federn Z, Z', Z'' kann ⅔ des Gewichts auf die Treibachse gebracht werden. Die Hinterfedern Z' liegen über der Stehplatte, um dem Maschinisten ein Mittel an die Hand zu geben, durch Verminderung ihrer Spannung die Treibachse im Nothfalle höher belasten zu können.

Beschreibung der Zeichnungen.

Taf. XXXV, Fig. 1, stellt die Seitenansicht, Taf. XXXVI, Fig. 2, den Längendurchschnitt der Locomotive durch die Mitte des Kessels dar.

A ist der kupferne Feuerkasten, dessen Querschnitt auf Taf. XXXVII, Fig. 3, zu sehen. Derselbe besteht aus der nach Kreisstücken gebogenen Umfassungswand a, a, der Röhrenwand a' a' und der Decke a'', a''. Die kupfernen Stehbolzen von ⅞ Zoll Durchmesser, welche den Feuerkasten mit dem umgebenden eisernen Mantel verbinden, sind durch beide Wände durchgeschraubt und außen und innen vernietet; in der Umfassungswand a, welche schon durch ihre gewölbte Form dem Dampfdrucke kräftig widersteht, beträgt die Entfernung der Stehbolzen 5 und 6 Zoll, während dieselben in der geraden Röhrenwand nur 4 Zoll von einander entfernt sind. Die gerade Decke a'' ist durch 9 darübergelegte, alle 5 Zoll damit verbolzte, schmiedeeiserne Stege b gegen den Dampfdruck vollkommen ausgesteift. Die Stege stehen mit ihren Enden auf dem Nietrande der Decke und machen dadurch jede Einbiegung derselben unmöglich.

Der cylindrische Röhrenkessel C ist an seinem vordern Ende durch die schmiedeeiserne Röhrenwand

c, c' [illegible] Seitenwänden [illegible] [illegible], deren [illegible] [illegible] Reihen auf Taf. XXIII. Fig. 4 [illegible] ist. Der eiserne Mantel des [illegible] [illegible] durch eine Kuppel, [illegible] befindet, um in der [illegible] [illegible]; dieselbe ist durch einen [illegible] Dom D geschlossen, wodurch der [illegible] noch mehr an Höhe gewinnt. Die [illegible] des [illegible] mit dem Dome [illegible] durch den Separator E statt; dieser hat die [illegible], den Dampf von mitgerissenen Wassertheilchen zu befreien, welches durch die abwechselnd gebeugte Richtung erreicht wird, die der Dampf (durch den Schirm e gezwungt) annimmt, wobei die schwereren Wassertheilchen sich am Boden des Gefäßes niederschlagen und durch kleine Oeffnungen in den Kessel zurückkommen, während der leichtere Dampf bald in entgegengesetzter Bewegung, vom Wasser befreit, in den Dom gelangt.

Auf dem Dome sitzen neben einander zwei Sicherheitsventile H von 3¼ Zoll Durchmesser, welche mittelst der Federwagen H' auf die höchste Spannung belastet sind, die der Kessel aushalten soll; außerdem befindet sich noch ein drittes Sicherheitsventil I von 2¾ Zoll Durchmesser auf der Kuppel, welches durch das Ansatzrohr i mit dem Dome communicirt, und dessen Federwaage I', dem Führer zur Hand stehend, diesem zur speciellen Beobachtung der Dampfspannung dient. Aus dem Dome führt das Dampfrohr F in den Regulator G, welcher mittelst des Händels g bewegt wird und auf dem Queranker K befestigt ist. Das Dampfrohr F' tritt mittelst eines leicht lösbaren, dampfdichten Verschlusses durch die Röhrenwand a' in den Rauchkasten B, wo es sich nach beiden Cylindern verzweigt; in der Röhrenwand ist nämlich ein

gußeiserner conisch ausgedrehter Ring F eingenietet, in welchen der an das Dampfrohr F' angeschraubte conische Ansatz F' dampfdicht eingeschliffen und durch das vorgeschraubte Zweigrohr F'' in Verschluß gehalten wird.

Zum Schutze gegen äußere Abkühlung ist der ganze Kessel mit Filz umwickelt; diese Schutzdecke ist auf dem Feuerkastenmantel durch eine Hülle von dünnem Eisenblech m, m umschlossen, auf dem cylindrischen Kessel aber durch einen Holzmantel bekleidet.

Die 2 Zoll starken schmiedeeisernen Stücke L, sowie die zwischengeschraubte Röhre M, dienen zur Aussteifung der Seitenwände des Rauchkastens Behufs der Befestigung des Dampfcylinders mittelst der Schrauben l, l. Die Dampfcylinder N, N ruhen auf der verlängerten Bodenplatte des Rauchkastens (s. Taf. XXXV, Fig. 4) und sind mit dieser an den schmiedeeisernen Rahmenstücken O, O unwandelbar befestigt. Die Verbindung der Rahmenstücke mit dem Kessel geschieht außerdem noch durch die Kesselträger P, P', P'' (Fig. 1, Taf. XXXV); durch längliche Löcher in den Sohlen dieser Kesselträger ist es dem Kessel gestattet, der Ausdehnung durch die Wärme zu folgen, wodurch nachtheilige Spannungen in einzelnen Maschinentheilen vermieden sind.

Die Mündung des für beide Cylinder gemeinschaftlichen Ausblaserohres Q, deren Einrichtung aus den Figuren 14, 15, 16 und 17, Taf. XXXVI deutlich hervorgeht, kann mittelst einer am Hebelsarme R angreifenden Zugstange vom Maschinisten leicht während der Fahrt verengt oder erweitert und dadurch die Lebhaftigkeit des Zuges regulirt werden. Zur gänzlichen Hemmung, auch des natürlichen Luftzuges, dient die am Aschenkasten S angebrachte Klappe S', welche mittelst der Zugstange S'' ebenfalls vom Stand-

orte des [illegible] werden [illegible].

Die [illegible] Steuerung [illegible] sicht und [illegible] deutlich [illegible] excentrischen [illegible] die [illegible] ist an [illegible] und [illegible] Zustande [illegible] der [illegible] steuert den [illegible] Stellung [illegible] canäle des [illegible] zum [illegible] geht die [illegible] durch [illegible] derjenigen [illegible] den [illegible] rend auf der [illegible] und die [illegible] Cylinder [illegible] den Kolben [illegible]. Der [illegible] welcher auf dem [illegible] näle v, v' [illegible] linder absperren, [illegible] endet hat; der Kolben [illegible] Expansivkraft des im Cylinder [illegible] Dampfes [illegible] zu seinem [illegible] fortbewegt. Der Expansions[illegible] der erhält seine Bewegung durch die [illegible] Y', welche, um den [illegible] y drehbar, [illegible] am Excentricum U' sitzenden Stange u'' bewegt wird.

Die Schieberstange v' [illegible] und gleitet an ihrem andern Ende in der [illegible] x, welche mittelst des Hängeisens x' und der Zugst

in verschiedener Erhebung festgestellt werden kann. Bei der tiefsten Stellung der Schieberstange macht der Expansionsschieber den größten Weg und sperrt den Dampf schon beim ersten Viertel des Kolbenhubes ab; jemehr die Schieberstange in der Coulisse gehoben wird, desto kleiner wird der Lauf des Expansionsschiebers und desto später werden die Canäle v, v' durch ihn geschlossen, also mit desto größerer Füllung arbeiten die Cylinder. Wird die Schieberstange bis in den Drehpunct der Coulisse erhoben, so steht der Expansionsschieber still, die Canäle v, v' werden nicht abgeschlossen und die Maschine arbeitet mit voller Füllung. Durch Anwendung der Coulissen Y und Y' zur Bewegung der Schieber werden die besprochenen verschiedenen Stellungen bewirkt, ohne daß die arbeitenden Theile außer Eingriff kommen, wodurch die Variationen in der Stellung leicht, sicher und ohne nachtheilige Stöße geschehen können.

Fig. 8 zeigt die Coulisse Y, welche durch zwei Stahlbacken gebildet wird. Fig. 9 und 10 zeigen den am Kessel befestigten Stift y, welcher dem in Fig. 11 besonders abgebildeten Steuerungshebel Y' als Drehpunct dient.

Fig. 12 der Steuerungshebel W mit dem Gleitklotze w, welcher der Coulisse Y zum Angriff dient; mit dem Zapfen w', w' dreht sich derselbe in den Lagern W', W' (Taf. XXXVII, Fig. 3), welche auf die an beiden Rahmenstücken befestigte Platte W'' vorgeschraubt sind. Der Zapfen w'' dient zum Angriff der Schieberstange v''.

Fig. 13 zeigt die Einrichtung des Dampfkolbens. Fig. 18, 19, 20 geben eine vollständige Darstellung der Kesselspeisungen. Dieselben liegen auf der Stehplatte (Taf. XXXVI, Fig. 2 und Taf. XXXVII, Fig. 3) unter der unmittelbaren Aufsicht des Maschinisten und werden durch eine kleine Treibstange p

bewegt, welche am Kopfe der großen [illegible] angreift. Das Druckrohr k [illegible] k' (Taf. XXXV, Fig. 1 [illegible] dadurch abgesperrt werden, [illegible] Ventile der Pumpe nachzusehen, [illegible] Dampfspannung im Kessel [illegible] unmittelbar unter dem [illegible] Maschinisten beliebig gedeckt [illegible] aus dem Tender regulirt [illegible] Nur an der Pumpe der linken Seite [illegible] Hahn h ein Rohr a, welches [illegible] am Kessel befestigten, in Fig. [illegible] lich abgebildeten, Dampfpumpe [illegible] das Druckrohr der Dampfpumpe [illegible] in den Mantel des Feuerkastens [illegible] sel mit Wasser im Falle der [illegible] Speisepumpen, oder [illegible] tionirenden Reservemaschine [illegible]

Um die Vorzüge der [illegible] mit einer zu demselben Zwecke [illegible] pumpe herauszustellen, [illegible] daß die Locomotive der [illegible] digkeit von 6 Meilen [illegible] in Folge der Ladung [illegible] verbraucht werden, um [illegible] Spannung von 85 Pfund [illegible] hat also das Wasser gegen [illegible] Pfund, oder 4 Atmosphären, [illegible] dem Ueberdrucke von etwa 4 [illegible] eine Wassersäule von 4 . [illegible] = [illegible] man für die Pumpe einen [illegible] so sind die Dimensionen [illegible] Wasserquantum von [illegible] = [illegible] stimmen. Die mechanische Arbeit, welche [illegible] zur Kesselspeisung während der [illegible] werden muß, ist hiernach gleich [illegible]

Pfundfuß, also auf die Minute $\frac{112,5 \cdot 66 \cdot 128}{60}$ $= 15840$ Pfundfuß, wenn die Reibung des Druckkolbens der Pumpe in der Stopfbüchse ganz außer Acht gelassen wird. Ein Mann, welcher am Hebel der Druckpumpe einen Druck von 40 Pfund ausübt und den Hebel in der Minute 30 Mal 2 Fuß hoch hebt und niederdrückt, verrichtet eine sehr anstrengende Arbeit und leistet beim Niederdrücken einen mechanischen Effect von $40 \cdot 30 \cdot 2 = 2400$ Pfundfuß; es sind also $\frac{15840}{2400} = 6,6$ oder in ganzer Zahl 7 Mann erforderlich, um bei beständiger Arbeit das zur Fahrt von 6 Meilen in der Stunde erforderliche Wasser in den Kessel zu schaffen.

Da aber an der Pumpe nur 2 Mann arbeiten können, so dürfen die Dimensionen der leztern auch nur auf $\frac{2}{7}$ des verlangten Wasserquantums bestimmt sein, und die Fahrt kann nur mit $\frac{2}{7}$ der verlangten Geschwindigkeit fortgesetzt werden. Der Bahnzug wird also anstatt 6 Meilen nur $1\frac{5}{7}$ Meilen in der Stunde zurücklegen, wenn übrigens die Pumper durch Ablösung hinreichende Ruhezeit finden, um sich von der anstrengenden Arbeit zu erholen.

Durch Anwendung der Dampfpumpe hingegen ist der Führer in den Stand gesetzt, mit einem geringen Dampfaufwande zur Bewegung der Pumpe den Kessel hinreichend mit Wasser zu versehen, um die Fahrt mit der verlangten Geschwindigkeit fortzusetzen und, auch bei Steigungen der Bahn die Speisung zu unterbrechen, um die Dampfentwickelung im Kessel durch den Zutritt des kalten Wassers nicht zu beeinträchtigen.

Der Dampfkolben der Dampfpumpe hat einen Durchmesser von 4 Zoll, die Kolbenstange hat 3 Zoll

[illegible]

Der [illegible] Fig. [illegible] Taf. [illegible]
ansicht [illegible]
von 120 [illegible]
alle [illegible]
angedruckten [illegible]

Beschreibung der [illegible] dern und mit [illegible] ausgeführt von [illegible]

Fig. 3, Taf. XXXIV ist ein [illegible]
Fig. 4 ein [illegible];

Fig. 5 ein Querdurchschnitt durch den Rauchkasten und die Cylinder;

Fig. 6 Ansicht und Durchschnitt der Cylinder.

Der Kessel einer Locomotive besteht aus dem mittlern oder cylindrischen Theil, aus dem äußern Feuerkasten A, dem innern Feuerkasten A′ mit dem Roste a′, dem Rauchkasten B mit der Esse B′ und aus den Röhren C, C, welche den innern Feuerkasten mit dem Rauchkasten verbinden.

Der äußere Feuerkasten A ist beinahe quadratisch und besteht, wie der cylindrische Theil des Kessels, aus zusammengenieteten Eisenplatten oder starkem Eisenblech. Der offene Boden liegt unterhalb des cylindrischen Theils, und der Deckel bildet einen pyramidalen Körper mit gebogenen Flächen. Die Verbindung dieses Feuerkastens mit dem cylindrischen Theile des Kessels ist durch eiserne Eckschienen bewirkt.

Der innere Feuerkasten A′ ist dem äußern ähnlich, nur ist dessen Deckel flach und derselbe, mit Ausnahme des Bodens, rundum geschlossen. Zwischen dem innern und dem äußern Feuerkasten ist ein mit Wasser angefüllter Raum befindlich. Derselbe besteht aus kupfernen Platten, welche in der dem Kessel zugekehrten Seite $\frac{7}{8}$ Zoll, dagegen an den andern Seiten $\frac{7}{16}$ Zoll stark sind. Der Deckel und die beiden Seitenwände bestehen aus einer einzigen Platte. Der innere und der äußere Feuerkasten sind zunächst des Bodens durch Niete mit einander verbunden, indem zu diesem Zwecke die Bleche des erstern demgemäß gebogen sind. Die Einheizthür a‴ besteht aus zwei Eisenplatten, die parallel mit einander in einem Abstande von 1 Zoll durch Bolzen verbunden sind und wodurch eine zu große Erhitzung der äußern Platte verhütet wird. Die Wände der beiden Feuerkästen sind, um dem Dampfdrucke widerstehen zu können, durch eine Anzahl von $\frac{7}{8}$zölligen kupfernen Stehbolzen

mit einander verbunden; außerdem ist die flache Decke des innern Feuerkastens durch schmiedeeiserne, mit einander parallel liegende Stege gegen das Eindrücken geschützt. Da ferner die Decke des Feuerkastens sehr bald zerstört und Unglücksfälle herbeigeführt werden würden, wenn der Wasserspiegel so weit sinkt, daß solche nicht mehr davon bedeckt wird, so ist in der Mitte derselben ein Bleipfropfen eingesetzt, welcher in einem solchen Falle schmilzt und worauf dann der hindurchströmende Dampf das Feuer sogleich löscht. — *Feuerröhren* C hat die Maschine 124, die ¾ Zoll von einander entfernt liegen und deren äußerer Durchmesser 1⅝ Zoll beträgt.

Der *Rauchkasten* B ist ringsum geschlossen; die dem Kessel zunächst liegende Wand a'' besteht aus ½zölligen Blechen, wogegen die übrigen Wände nur ¼ Zoll stark sind. Auf dem Rauchkasten steht die, aus ⅜zölligen Eisenplatten zusammengenietete, Esse B', deren oberes Ende trichterförmig ist. In dem untern Theile des Rauchkastens liegen die zwei Dampfcylinder G, auf die wir weiter unten zurückkommen. Der darin wirksam gewesene Dampf tritt durch die Blaseröhre E in die Esse und verursacht den zu der Verbrennung nöthigen Zug. Damit der Zug und also auch die Verdampfung nach Bedürfniß gehemmt werden kann, wenn die Maschine still steht, oder auf einer Steigung herabfährt, ist in der Esse, unmittelbar unter der Oeffnung der Blaseröhre, eine runde Klappe angebracht, deren Achse außerhalb ihres Mittelpunctes liegt. Wenn die Klappe verschlossen ist, also horizontal liegt, so reicht durch die in ihrer Mitte befindliche runde Oeffnung das Ende der Blaseröhre, damit auch bei geschlossenem Schornsteine die benutzten Wasserdämpfe ungehindert entweichen können. Durch die große *Rauchkastenthür* z gelangt man zu den Cylindern und Feuerröhren, und eine andere kleine

Thür, nahe am Boden des Rauchkastens, dient zur Entfernung der Flugasche. Beide Thüren müssen luftdicht schließen.

Der Dampfkessel wird durch die beiden Pumpen p, die von der Maschine bewegt und weiter unten noch beschrieben werden, gespeist; da aber eine derselben das dazu erforderliche Wasser beschaffen kann, so wird die andere immer als Reservepumpe benutzt. Durch das Einführen des Speisewassers in den Kessel wird nicht allein ein Theil der Kraft der Maschine in Anspruch genommen, sondern auch die Verdampfung in Folge der Abkühlung sehr verringert, und es ist daher zweckmäßig, beim Hinauffahren einer Bahnsteigung die Speisepumpe außer Betrieb, dagegen beim Herabfahren der Steigung beide Pumpen zugleich in Gang zu setzen. In der Röhre zwischen der Speisepumpe und dem Kessel u'' ist ein kleiner Hahn, der sogenannte pet cock (im Engl.) angebracht, der mittelst eines langen Handgriffs von dem Maschinenführer dann und wann geöffnet wird, um sich zu überzeugen, ob die Pumpen regelmäßig wirksam sind.

Bei d, d, auf dem höchsten Punct der Kuppel über dem äußern Feuerkasten, sind zwei Sicherheitsventile angebracht. Ein mit dem horizontal liegenden Hebel verbundener Dorn hält das Ventil geschlossen, während das Ende des Hebels in einem Abstande von 3 Fuß von seinem Drehpuncte mit einer Federwage verbunden ist, welche erst dann, wenn die Dämpfe die bestimmte Spannung überschritten haben (gewöhnlich 50 Pfund pro Quadratzoll), das Oeffnen des Ventils gestattet. Eins von diesen Sicherheitsventilen ist dem Maschinenführer unzugänglich.

Die Dampfröhre S, S', S'', S''', welche den Dampf in die Cylinder führt, besteht aus $\frac{3}{16}$ Zoll starkem Kupferblech. Das eine Ende derselben geht dampfdicht durch die Wand zwischen dem Kessel und

Rauchkasten und tritt hier in den Raum s zwischen den beiden Cylindern. Das andere Ende der Röhre s führt mittelst einer Stopfbüchse, behufs der freien Ausdehnung derselben, in eine mit der Wand des Feuerkastens verschraubte Büchse S'. Der Dampf tritt aus dem Kessel durch die trichterförmige kupferne Röhre S, die in den obern Theil der Kuppel A, A mündet, in den Behälter S' und von da in das Hauptrohr S''; um den Dampfzufluß aus dem Kessel nach den Cylindern ganz oder theilweise zu hemmen, dient der in der Büchse S' angebrachte Regulator r'. Derselbe besteht aus einem Scheibenventile, welches mittelst einer durch eine Stopfbüchse führenden Stange und eines Handgriffes r außerhalb des Feuerkastens von dem Maschinenführer geöffnet oder geschlossen werden kann. Coulissen dienen diesem Handgriffe zur Leitung und bezeichnen zugleich die Größe der Ventilöffnungen.

Die Schieberbüchsen oder Dampfgehäuse t bestehen aus Gußeisen, sind mit den Cylindern und dem Rauchkasten durch Schraubenbolzen verbunden, und es tritt der Dampf aus dem Raume s in dieselben ein. Die Schieber werden mittelst der durch die Stopfbüchsen führenden Stangen t' bewegt. Das Weitere über die Schieber und Cylinder wird weiter unten, wo wir von den einzelnen Theilen der Locomotive handeln, gesagt werden.

Der Kopf der Kolbenstange ist durch Schließkeile mit einem stählernen Leitblocke verbunden, der zwischen den Coulissen h'' verschiebbar ist. Auf der andern Seite des Leitblocks steht derselbe mit der Bläulstange h' in Verbindung. Das Kopfende dieser Bläulstange umfaßt Messingfutter, welche die Kurbeln oder Kröpfungen der Triebradachse umgeben. Diese gekröpften Achsen sind, wie wir schon weiter oben bemerkten, sehr wesentliche Stücke der Locomotiven

mit innern Cylindern, und ihre Anfertigung ist sehr schwierig.

Auf der Triebachse sind vier excentrische Scheiben zur Bewegung der Schieber befestigt, mit denen die vier Schieberstangen I I und i i, zur Vorwärts- und Rückwärtsbewegung der Maschine, verbunden sind. Auch die Einrichtung dieser Theile nach Stephenson'schem System werden wir weiter unten genauer kennen lernen, und wir werden auch dort sehen, wie die Vorwärts- und Rückwärtsbewegung und der Stillstand der Maschine bewirkt werden.

An den Excentriken der beiden Stangen I I sind die Kolbenstangen p'' der Speisepumpen angebracht. p' ist der hohle Kolben, p der Pumpenkörper, u'', u' und u sind die Röhren, welche die Speisewasser aus dem Tender herbei- und dem Kessel zuführen. Es kommt auch hier nur darauf an, den Zusammenhang dieser Theile kennen zu lernen, da ihre specielle Einrichtung ebenfalls weiter unten näher nachgewiesen wird.

Die Maschine hat zweierlei Arten von Rädern, nämlich: zwei auf der Triebachse befestigte Triebräder ohne Spurkränze, zwei an der Hinterachse befestigte Räder, von gleicher Größe mit den vorhergehenden, mit denselben durch die Kurbeln K und die Kuppelungsstangen e und l verbunden, so daß sie ebenfalls als Triebräder dienen, mit Spurkränzen versehen, und endlich zwei kleinere Trage- oder Laufräder an der vordern Achse, die ebenfalls mit Spurkränzen versehen sind.

Der Rahmen Y endlich hat die gewöhnliche Einrichtung, die wir schon bei der Borsig'schen Maschine kennen lernten, und die wir auch noch weiter unten kennen lernen werden. Die der Länge nach laufenden Theile des Rahmens bestehen aus Eisen, die Querstücke dagegen aus Holz.

Ehe wir diese Beschreibung der Stephenson'schen Maschine beendigen, müssen wir noch der neuerlich von Georg Stephenson construirten dreicylinderigen Locomotiven erwähnen. Von diesen drei Cylindern haben jedoch zwei nur solche Dimensionen, daß ihre Capacität zusammen jener des größern dritten Cylinders gleich ist, so daß die Kraft, mit welcher die zwei kleinen Kolben bewegt werden, gleich ist der Kraft, welche auf den einen großen Kolben wirkt. Die Bewegung der beiden kleinen Kolben geschieht gleichmäßig und stets in gleicher Richtung. Die beiden kleinen Cylinder mit ihren Pistons, Kolbenstangen, Verbindungsstangen und Kurbelzapfen liegen zu beiden Seiten der Maschine gleich weit von deren Mittellinie entfernt. Diese Cylinder sind an der Außenseite angebracht und der Kurbelzapfen in der Nabe der Triebräder befestigt, die hinten und zwar unmittelbar vor der Feuerbüchse sich befinden. Der größere Cylinder dagegen liegt in der Mittellinie der Maschine, und der Piston steht in gewöhnlicher Weise mit der Kurbel der Triebachse in Verbindung, welche Kurbel einen rechten Winkel bildet mit den Kurbelzapfen für die beiden äußeren Cylinder.

Der Zweck dieser Anordnung ist, dem [illegible] möglichst entgegenzuwirken, welches die Maschinen von gewöhnlicher Construction besonders bei großer Schnelligkeit haben, eine stark [illegible] Seitenbewegung anzunehmen, welche [illegible] schiefen Wirkung der Verbindungsstangen [illegible]. Die schiefe Richtung dieser, wenn der [illegible] Mitte des Hubes ist, muß nämlich die Kolben [illegible] ben, die Leitstangen, zwischen welchen [illegible] Kopf (das Gelenk am Ende der Kolbenstange) [illegible] emporzuheben oder hinabzudrücken, [illegible] Wirkung bei den gewöhnlichen Maschinen [illegible] Seiten abwechselnd ausgeübt wird, [illegible]

eine laterale Bewegung der Maschine von einer Seite auf die andere auf ihren Tragfedern eintreten, eine Bewegung, die nach Umständen mehr oder weniger bedeutend ist, hauptsächlich aber sich nach dem Abstande der Cylinder von der Mittellinie des Kessels richtet.

Bei der dreicylinderigen Locomotive ist übrigens die Anordnung der Pumpen, Excentrikenstangen ꝛc. dieselbe, wie bei anderen Maschinen und bedarf daher keiner nähern Beschreibung.

Wir würden viele Bogen zu füllen haben, wollten wir hier nur die wichtigsten von den Verbesserungen und Veränderungen beschreiben, welche neuerlich vorgeschlagen und ausgeführt worden sind. Wir haben in dem Obigen die wichtigsten Arten der Locomotiven kennen gelernt und gehen nun zu der Beschreibung der wichtigsten einzelnen Theile derselben über.

Wir bemerken hier noch, daß jetzt die meisten Locomotiven mit Expansion betrieben werden, indem dieselben im Allgemeinen Vorzüge vor denen haben, welche nicht mit Expansion betrieben werden. Die verschiedenen Systeme der Expansion, sowohl für stehende Dampfmaschinen, als auch für Locomotiven, werden weiter unten in einem Anhange zu dem vorliegenden Abschnitte übersichtlich dargestellt werden.

Detaillirte Beschreibung der Theile, aus denen eine Locomotive besteht, und ihrer Leistungen.

Die über die Locomotiven gemachten allgemeinen Bemerkungen weisen die Functionen der Gesammtheit ihrer Theile im Allgemeinen nach, so daß wir nun jetzt auf jeden einzelnen zurückkommen und denselben untersuchen können.

Wir befolgen dabei nachstehende Ordnung und untersuchen nach einander:

1) den Heerd oder Ofen, die Leitungsröhren für Flamme und Rauch und die Esse;

2) den Kessel und seine Nebentheile;

3) die Pumpen;

4) die Leitungen zum Auffangen, zur Vertheilung und zum Entweichen des Dampfes;

5) die Schieber (Schieberventile) und Schieberbüchsen oder Ventilkammern; die Cylinder, die Bewegung der excentrischen Scheiben zur Vertheilung des Dampfes und die Apparate zur Leitung und Richtung der Maschine, die der Mechaniker zu seiner Disposition hat;

6) die Kolben, ihre Stangen und Leitungen und die Mittheilung der Bewegung durch die Kurbelachse;

7) das äußere Gestell der Maschine;

8) die Federn;

9) die Räder;

10) die Verbindung der Locomotive mit dem Tender;

11) den Tender.

Der Heerd oder Ofen.

Die bei einer Locomotive vorhandenen Apparate zur Dampferzeugnng lassen sich in drei verschiedene Theile theilen. Der erste, welcher das Brennmaterial aufnimmt, wird Feuerkasten genannt; der zweite, der das Wasser und den erzeugten Dampf enthält, ist der Kessel; der dritte, welcher zum Ausströmen der Flamme, des Rauchs, oder überhaupt der Producte der Verbrennung dient, heißt Rauch- oder Cylinderkasten, weil sein unterer Theil bei vielen Maschinen diese beiden Stücke enthält.

Die Figuren 2 und 3, Tafel XXXVI und XXXVII und Fig. 3, Tafel XXXIV geben eine,

Durchschnitt des Heerdes nach einer senkrecht auf der Achse des Kessels stehenden Ebene.

Die Fig. 4 und 5, Taf. XI sind Durchschnitte desselben Heerdes in der Richtung der Achse, man sieht, daß der Feuerkasten von allen Seiten geschlossen ist, mit Ausnahme des Bodens, wo sich der Rost befindet, und der Wand an der Kesselseite. Diese letztere nimmt die Röhren auf und enthält daher eine gewisse Anzahl kreisrunder Löcher.

Zwischen den beiden Wänden bleibt ein Raum von 0,06 bis 0,10 Meter (2¼ bis 4 rhein. Zoll), der Wasser aufnimmt, welches durch die unmittelbare Strahlung des Brennmaterials erhitzt wird.

Die äußere Wand besteht aus Eisenblech von etwa 0,0065 Meter (2⅞ Linien) Dicke; die innere Wand besteht aus Kupferblech von größerer Dicke, weil sie einer hohen Temperatur zu widerstehen hat; diese Dicke kann bis 0,015 Meter (6⅞ Linien) betragen, und die Wand, welche die Röhren aufnimmt, ist doppelt so stark. Jedoch hat nur der Theil, in welchem die Röhren eingefügt sind, diese Dicke, während der untere Theil nur so stark wie die Seitenwände des Feuerkastens ist. Es ist diese bedeutende Dicke wegen Schwächung der Wand durch die große Menge von Löchern und auch deßhalb nöthig, weil sie der unmittelbaren Einwirkung der Flamme ausgesetzt ist, die der Zug dagegenführt.

Wir haben an einem andern Orte gezeigt, daß die Bewegung der Maschine durch den Druck des Dampfs auf die Kolben erfolgt. Dieser Druck, der zuerst in dem Kessel vorhanden ist, wird natürlich auch auf alle Wände ausgeübt. Und da die Locomotiven, wegen der großen Kraft und der einfachen Construction, deren man bedarf, Hochdruckmaschinen sind, so ist jede Wand einem bedeutenden Druck ausgesetzt,

von welchem man sich durch folgende Berechnung Rechenschaft geben kann.

Der wirkliche Druck, d. h. der über den atmosphärischen hinaus, den man gewöhnlich für die Locomotiven annimmt, beträgt 60 Pfund auf den Quadratzoll (engl. Gewicht und Maß) oder 4,38 Kilogramm auf das Quadratcentimeter, oder 43,800 Kilogramm auf das Quadratmeter, welches = 4,25 Atmosphären ist.

Stellt man nun auf dieser Basis Berechnungen an, so sieht man im Allgemeinen, daß, da bei den Locomotiven die innere Oberfläche des Feuerkastens 3,30 Quadratmeter beträgt, der Druck, den sie zu tragen hat, = 114,540 Kilogramm ist. Der Dampf drückt auch auf die äußere Wand des Feuerkastens, dessen Oberfläche 5—6 Quadratmeter beträgt und einem Drucke von 245,000 Kilogramm unterworfen ist, auf den cylindrischen Theil des Kessels und auf die Röhren; auf erstere von 5,25 Oberflächenmetern mit 230,000 Kilogramm und auf letztere von 40 Oberflächenmetern mit 1,750,000 Kilogramm.

Man sieht, welchem ungeheuern Drucke die Wände der Kessel, in denen Dampf von hohem Druck erzeugt wird, ausgesetzt sind. Aus diesem Grunde macht man die Kessel der feststehenden Maschinen cylindrisch, indem dieselben die meisten Bedingungen des Widerstandes darbieten. Bei den Locomotiven aber hat man sich, wegen der Nothwendigkeit, große Heizoberflächen in einem kleinen Raume zu erlangen, sowie die Menge des Wassers und den Raum zur Aufnahme des Dampfes zu vermindern, genöthigt gesehen, bei gewissen Theilen des Kessels auf cylindrische Formen zu verzichten. Man hat daher ebene Wände anwenden müssen, die aber durch den Druck weit leichter verändert werden können.

Es ist daher nothwendig, diese letzteren

sichern, daß sie einen hohen Druck aushalten können. Zu dem Ende sind die innern und die äußern Seitenwände des Feuerkastens durch eiserne Stehbolzen mit einander verbunden, so daß sie den Gestaltveränderungen und Brüchen weit besser widerstehen. Sie bestehen selten aus Eisen, sondern fast immer aus Kupfer, welches zwar weniger fest ist, aber der Oxydation besser widersteht und deßhalb auch dauerhafter ist. Sie sind auf ihrer ganzen Länge mit Schraubengewinden versehen und an den Enden mit Nietköpfen oder mit Schraubenmuttern, welche letztere der Entfernung der Wände von einander, sowie die Schraubengänge der Näherung derselben, widerstehen. Man gelangt zu demselben Zwecke, wenn man Bolzen anwendet, welche durch gußeiserne, oder eisen- oder kupferblecherne Röhrchen gehen. Die äußere Vorderwand über dem Feuerkasten ist mit der entgegengesetzten Wand des Rauchkastens mittelst Stangen verbunden. Dieser Stangen müssen sehr viele vorhanden sein, um auf die ganze Länge des Kessels zu wirken; man vermindert sie aber leicht auf drei, indem man an die Kesselwand einen starken Eisenstab nietet, der, in der Höhe jener Stangen, mit horizontalan und nach einwärts gehenden Winkeln versehen ist. Der Zweck dieser Winkel ist der, die Steifigkeit des Blechs bedeutend zu erhöhen, welches alsdann nur an einigen Puncten gehalten zu werden braucht.

Der Deckel des Feuerkastens, welcher, sowie die Seitenwände, eben ist, aber nicht wie diese den Vortheil hat, mit der gegenüberliegenden Wand verbunden zu sein, wird mit Hülfe von gußeisernen Stäben oder von 6 bis 8 starken Winkeln, die durch Bolzen mit einander verbunden sind, unbiegsam gemacht. Man sieht daher, daß alle ebenen Wände mit starken Verankerungen versehen sind, so daß sie den Einwirkungen des Zuges und des Drucks ebenso

gut zu widerstehen vermögen, als die cylindrischen Oberflächen.

Die Kesselwände, in denen die Röhren eingelassen sind, werden zuweilen durch eine Reihe den Röhren parallel liegender Bolzen zusammengehalten. Man findet sie aber bei keiner der Maschinen auf der Eisenbahn von Paris nach St. Germain; nur im untern Theile sind einige (eine oder zwei) angebracht; die Verbindung der Röhren mit den Wänden ist hinreichend, den ausdehnenden Wirkungen zu widerstehen.

Der Theil des Kessels über dem Feuerkasten ist kreisrund und widersteht folglich durch seine Gestalt selbst dem innern Drucke des Dampfes. Zuweilen macht man den Feuerkasten aus einem Stück aus Kupfer; selten wird er von Eisenblech im Ganzen angefertigt, und dies ist auch die schlechteste Construction. Am häufigsten besteht er aus fünf Tafeln Kupferblech, die durch Niete mit einander verbunden sind. Die äußern Wände bestehen aus Eisenblech, dessen einzelne Tafeln über einander greifen und mit Nieten vereinigt sind (Fig. 21, Taf. XXXI); in den Ecken sind sie durch eiserne gewalzte Kehlrinnen oder Winkel verbunden (Fig. 22).

Oft sind die rechtwinkligen Verbindungen dadurch bewerkstelligt, daß man eine von den Blechtafeln umkippt, so daß sie einen stehenden Rand bekommt; jedoch scheint es schwierig zu sein, daß bei dieser Operation nicht die Festigkeit des Blechs leidet, indem dasselbe zu einer Bearbeitung in der Wärme, ohne daß dadurch seine Güte benachtheiligt würde, wenig geeignet ist. Hat man daher nicht Blech von erster Qualität und sehr geschickte Arbeiter, so muß man Kehlrinnen anwenden, obgleich dieselben nicht so gefällig für das Auge sind.

Die Ofenthür, durch welche man einfeuert, und die an der Vorderseite angebracht ist, besteht aus zwei

sichern, daß sie einen hohen Druck aushalten können. Zu dem Ende sind die innern und die äußern Seitenwände des Feuerkastens durch eiserne Stehbolzen mit einander verbunden, so daß sie den Gestaltveränderungen und Brüchen weit besser widerstehen. Sie bestehen selten aus Eisen, sondern fast immer aus Kupfer, welches zwar weniger fest ist, aber der Oxydation besser widersteht und deßhalb auch dauerhafter ist. Sie sind auf ihrer ganzen Länge mit Schraubengewinden versehen und an den Enden mit Nietköpfen oder mit Schraubenmuttern, welche letztere der Entfernung der Wände von einander, sowie die Schraubengänge der Näherung derselben, widerstehen. Man gelangt zu demselben Zwecke, wenn man Bolzen anwendet, welche durch gußeiserne, oder eisen- oder kupferblecherne Röhrchen gehen. Die äußere Vorderwand über dem Feuerkasten ist mit der entgegengesetzten Wand des Rauchkastens mittelst Stangen verbunden. Dieser Stangen müssen sehr viele vorhanden sein, um auf die ganze Länge des Kessels zu wirken; man vermindert sie aber leicht auf drei, indem man an die Kesselwand einen starken Eisenstab nietet, der, in der Höhe jener Stangen, mit horizontalen und nach einwärts gehenden Winkeln versehen ist. Der Zweck dieser Winkel ist der, die Steifigkeit des Blechs bedeutend zu erhöhen, welches alsdann nur an einigen Puncten gehalten zu werden braucht.

Der Deckel des Feuerkastens, welcher, sowie die Seitenwände, eben ist, aber nicht wie diese den Vortheil hat, mit der gegenüberliegenden Wand verbunden zu sein, wird mit Hülfe von gußeisernen Stäben oder von 6 bis 8 starken Winkeln, die durch Bolzen mit einander verbunden sind, unbiegsam gemacht. Man sieht daher, daß alle ebenen Wände mit starken Verankerungen versehen sind, so daß sie den Einwirkungen des Zuges und des Drucks ebenso

gut zu widerstehen vermögen, als die cylindrischen Oberflächen.

Die Kesselwände, in denen die Röhren eingelassen sind, werden zuweilen durch eine Reihe den Röhren parallel liegender Bolzen zusammengehalten. Man findet sie aber bei keiner der Maschinen auf der Eisenbahn von Paris nach St. Germain; nur im untern Theile sind einige (eine oder zwei) angebracht; die Verbindung der Röhren mit den Wänden ist hinreichend, den ausdehnenden Wirkungen zu widerstehen.

Der Theil des Kessels über dem Feuerkasten ist kreisrund und widersteht folglich durch seine Gestalt selbst dem innern Drucke des Dampfes. Zuweilen macht man den Feuerkasten aus einem Stück aus Kupfer; selten wird er von Eisenblech im Ganzen angefertigt, und dies ist auch die schlechteste Construction. Am häufigsten besteht er aus fünf Tafeln Kupferblech, die durch Niete mit einander verbunden sind. Die äußern Wände bestehen aus Eisenblech, dessen einzelne Tafeln über einander greifen und mit Nieten vereinigt sind (Fig. 21, Taf. XXXI); in den Ecken sind sie durch eiserne gewalzte Kehlrinnen oder Winkel verbunden (Fig. 22).

Oft sind die rechtwinkligen Verbindungen dadurch bewerkstelligt, daß man eine von den Blechtafeln umkippt, so daß sie einen stehenden Rand bekommt; jedoch scheint es schwierig zu sein, daß bei dieser Operation nicht die Festigkeit des Blechs leidet, indem dasselbe zu einer Bearbeitung in der Wärme, ohne daß dadurch seine Güte benachtheiligt würde, wenig geeignet ist. Hat man daher nicht Blech von erster Qualität und sehr geschickte Arbeiter, so muß man Kehlrinnen anwenden, obgleich dieselben nicht so gefällig für das Auge sind.

Die Ofenthür, durch welche man einfeuert, und die an der Vorderseite angebracht ist, besteht aus zwei

Blechplatten a''' Fig. 3, Taf. XXXIV, die einen Raum von 22 bis 26 Linien zwischen sich lassen, der eine Luftschicht umfaßt, wodurch man den Wärmeverlust und die Zerstörung der Thür vermindert.

Man hat es, wie schon bemerkt, versucht, den Feuerkasten im Innern aus Blech anzufertigen; allein die baldige Zerstörung desselben und die Arbeit, welche seine Auswechslung erfordert, geben dem Kupfer den Vorzug, und es ist dasselbe, seines hohen Preises ohnerachtet, da es weit dauerhafter ist, dennoch wohlfeiler.

Der Rost.

Der Rost des Ofens oder Feuerkastens besteht aus 12 bis 15 eisernen Stäben von etwa 28 bis 32 Linien Höhe; an den Enden sind sie breiter, als in der Mitte, damit ein hinlänglicher Zwischenraum zwischen je zwei Stäben bleibe und die zum Unterhalt des Feuers erforderliche Luft hindurchströmen könne. Auch sind diese Zwischenräume zum Durchfallen der Schlacken und kleinen Kohlen erforderlich, und sie müssen daher nach der Beschaffenheit der anzuwendenden Coaks weiter oder enger sein. Gute Coaks machen ihre Schlacken bekanntlich flüssig, weßhalb man alsdann die Roststäbe einander mehr nähern muß, so daß man weniger Brennmaterial auf dem Wege verliert und fast gar nicht nöthig hat, das Feuer auf den Stationen mit Spießen zu durchstechen.

Die Rostoberfläche beträgt bei den jetzt überall gebräuchlichen sechsrädrigen Maschinen 9 bis 10 Quadratfuß.

Die Entfernung des Rostes von der ersten Röhrenreihe beträgt bei den ersten 15 und bei den zweiten 19 Zoll, so daß die erstern 4½ und die letztern

9 bis 10 preuß. Scheffel an Brennmaterial aufnehmen können.

Gewöhnlich aber reichen die Coaks noch über die erste Röhrenreihe hinaus. Man muß daher ohngefähr ⅟₄ von der Brennmaterialienmenge, welche der Ofen, genau genommen, enthielt, zusetzen, welches für die vierrädrigen Maschinen fast 6 und für die sechsrädrigen fast 13 Scheffel giebt; oder, wenn man annimmt, daß das Cubikmeter Coaks 450 Kilogrammen wöge (der Cubikfuß etwa 7 Pfd.). für die erstern Maschinen 144 Kilogr. (300 Pfd.) und für die zweiten 270 Kilogr. (570 Pfund).

Da man nun weiß, daß 1 Kilogr. ($2\frac{1}{10}$ Pfd.) Coaks 6500 Wärmeeinheiten entwickelt*), so beträgt bei vierräderigen Maschinen die Anzahl der in dem Ofen enthaltenen Wärmeeinheiten $144 \times 6500 = 936,000$ und bei den sechsrädrigen $270 \times 6500 = 1,755,000$.

Die Roststäbe müssen beweglich sein, um die schadhaften auswechseln und um im Fall eines Ereignisses oder des nöthigen Anhaltens die Coaks sogleich aus dem Ofen schaffen zu können.

Man hat bei einigen Maschinen drehbare Roststäbe angebracht und zu dem Ende in der Mitte 3 bis 4 aneinander gegossene Roststäbe so gelegt, daß sich dieselben mittelst eines Hakens zu drehen vermochten. Sie ruheten auf einem Hebel, der mittelst des Griffes gedreht werden konnte. Sollte nun das Brennmaterial herausfallen, so drehte man den Träger mittelst der Stange, und es fiel der Rost hinab, indem er sich um den Haken drehete.

*) Eine Wärmeeinheit ist die Wärmemenge, deren man bedarf, 1 Kilogr. um 1° C. zu erwärmen, 100 Einheiten erwärmen daher 1 Kilogr. um 100° oder 100 Kil. um 1°.

Diese drehenden Roste hatten hauptsächlich den Vortheil, daß man das Feuer leicht aus dem Ofen schaffen kann, ohne die Roststäbe in die glühenden Coaks werfen zu müssen, wodurch sie einestheils leichter verbrennen und verderben und auch, weil man sie erst wieder zusammensuchen muß, nachdem das Feuer ausgelöscht und die Maschine an einen andern Ort gebracht worden ist. Jedoch sind die drehenden Roste nicht allgemein angenommen worden.

Die Entfernung der Roststäbe von einander betrug anfänglich 23 Linien, die Stärke der Stäbe 11 Linien; bei den neuern Maschinen macht man die Zwischenräume nur 13 Linien weit.

Zuweilen sinkt durch Unaufmerksamkeit des Führers das Wasser so tief im Kessel, daß bei einem raschen Gange der Maschine, wodurch das Wasser sehr stark in's Schwanken kommt, manche metallische Theile vom Wasser entblößt sind und daher leichter zerstört werden. Man hat eine Vorrichtung angebracht, mittelst welcher der Maschinenführer davon benachrichtigt wird, so daß er jedem bösen Zufalle vorbeugen kann. Am obern Theile des innern Feuerkastens ist ein kleiner, schmelzbarer Pfropf a, Fig. 7, angebracht, so daß, wenn zu wenig Wasser im Kessel ist und jener metallische Pfropf zu heiß wird, er schmilzt. Wasser und hauptsächlich der Dampf strömen dann auf das Feuer und verlöschen es.

Der unter dem Rost angebrachte Aschenkasten besteht aus Blechtafeln. Er ist vorn offen und unten verschlossen; die hinten angebrachte Thür dient zum Reinigen des Rostes und zum Herausnehmen des Brennmaterials, wenn man anhält. Der Aschenkasten darf nicht zu tief hängen, damit er den Sand nicht aufreiße, der von den Bahnarbeitern, da wo Reparaturen erforderlich sind, aufgehäuft worden ist. Bei der großen Geschwindigkeit wird der vom Aschen=

kasten aufgerissene Sand auf Zapfen und andere reibende Maschinentheile geworfen, die auf diese Weise leiden.

Der Aschenkasten ist auf der Seite des Ganges der Maschine offen, damit die Luft leichter aufgefangen und der Zug begünstigt werden könne, indem man die Luft mit gleicher Geschwindigkeit, wie die der Maschine ist, unter den Rost strömen läßt. Man kann die Geschwindigkeit der Luft bei ihrem Durchströmen durch den Rost durch die Menge des verzehrten Brennmaterials berechnen.

Rauchleitungsröhren.

In der Wand des Feuerkastens auf der Seite des cylindrischen Theils von dem Kessel sind 75 bis 150 Oeffnungen angebracht, die den Zweck haben, ebenso viel Röhren aufzunehmen, die anfänglich nur aus Kupfer, später aber von Stephenson noch zweckmäßiger aus Messing angefertigt wurden. Sie verbinden den Ofen mit der Esse und gestatten das Ausströmen der heißen Luft und im Allgemeinen der durch Verbrennung entstandenen Gase. Diese Röhren passen ganz genau in die zu ihrer Aufnahme vorhandenen Löcher und sind zu dem Ende genau cylindrisch (Fig. 23, Tafel XXXI). Auf der Seite des Feuerkastens sind sie zugeschärft, und um die Fugen noch dichter zu machen, treibt man mit einem schweren Hammer einen stählernen Ring hinein. Bei einigen Maschinenbauern sind die Röhren nicht zugeschärft, wie die Figur angiebt, sondern die Oeffnungen in der Platte (Fig. 24). Jede Röhre muß, ehe der Ring eingeführt wird, auf die Zuschärfung mit einem genau passenden eisernen Dorn angetrieben werden und nicht mit der Hammerbahn, indem diese letztere das Nachtheilige hat, am Anfange der Röhre

eine Wulst zu bilden. Die Wirkung dieser Verbindung ist nicht allein die, die Fuge durch den Seitendruck des Ringes zu verdichten, sondern auch zu verhindern, daß die Enden des Kessels dem innern Dampfdrucke weichen, so daß jede Röhre die Wirkung eines Riegels hat, gleich denen, welche die andern Wände des Feuerkastens verbinden. Es ist zu bedauern, daß die Röhren nicht auch, wie die Riegel, die Näherungen der Wände ebenso gut verhindern können, als ihre gegenseitige Entfernung; es bliebe dann nichts zu wünschen übrig. Diese Näherung ist es hauptsächlich, die fast immer zuerst den Dampfverlust veranlaßt, der sich so oft an diesem Theile des Kessels zeigt. Die eisernen Ringe nutzen sich bald ab, und man muß sie oft auswechseln. Die schädlichste Einwirkuug ist die von der ungleichen Ausdehnung herrührende; sie wird sehr bemerkbar, wenn man das Feuer plötzlich auslöscht. Die Röhren gehen alsdann heraus, wenn die Wände hineingehen, welches der gewöhnlichste Fall ist; in allen Fällen aber verlassen die Ringe ihre Stelle und gehen aus ihrer Röhre heraus. Oder, wenn sie aus weichem Eisen bestehen und man sie mit Hammerschlägen in die Röhren hineintreibt, so verlängern sie sich etwas, indem ihr Durchmesser kleiner wird, und treiben dann die Röhre nicht mehr so stark gegen die Wand an. Besteht dagegen der Ring aus hartem Eisen oder aus Stahl, so widersteht er besser, behält seinen Durchmesser und übt einen großen Seitendruck aus, der die Fuge länger dicht erhält. Der Durchmesser der Röhren wechselt von 18 bis 28 Linien; die Stärke des Messingblechs, aus dem sie bestehen, von $\frac{3}{4}$ bis $1\frac{1}{4}$ Linie.

Muß man einen Ring oder eine Röhre auswechseln, so macht man mit einem Meißel einen geraden Einschnitt auf seine ganze Dicke und hebt im

Innern die Ränder dieses Schnittes in die Höhe worauf man die Röhre ablösen kann.

Bei den feststehenden Maschinen kann die Heizoberfläche ebenso viel vermehrt werden, als es die Menge des zu erzeugenden Dampfes erfordert; bei den Locomotiven aber, bei denen man, außer der großen Heizoberfläche, auch die Leichtigkeit und das geringe Volum berücksichtigen muß, indem eine große Geschwindigkeit der Maschine, sowie der Transport des Dampferzeugungsapparates, des Wassers und des Brennmaterials, nothwendige Bedingungen sind, hat man die Anwendung von Kesseln mit Röhren, welche die Flamme und den Rauch der Esse zuführen, jedem andern Systeme vorgezogen. Sie sind eine Erfindung des französischen Ingenieurs Marc Séguin, und erst nachdem sie gemacht worden, war es möglich, den Locomotiven eine so bedeutende Geschwindigkeit zu geben, indem man die Erzeugung und den Verbrauch des Dampfes in's Verhältniß stellte.

Der Durchmesser der Röhren hat nur durch die Erfahrung bestimmt werden können; man hat Vortheil, ihn gering zu machen, indem man dadurch auf gleicher Heizoberfläche eine größere Anzahl von Röhren erhält. Wenn aber auf der andern Seite der Durchmesser zu gering ist, so vermehrt sich die Reibung der Luft und der Zug vermindert sich. Ebenso reißt der Zug Coakstheilchen und Asche mit sich fort, welche die Röhren sehr bald verstopfen und der Lebhaftigkeit des Feuers nachtheilig sind.

Es sei übrigens der Durchmesser der Röhren, welcher er wolle, so haben sie den allgemeinen Fehler, sich rasch zu verstopfen; auch sieht man sich genöthigt, sie oft mit Hülfe einer eisernen Stange, die mit einem Wischer von Werg oder Lumpen versehen ist, zu reinigen.

Eiserne Röhren werden, wegen ihrer geringen

Dauer und wegen der durch öfteres Auswechseln veranlaßten mehrern Arbeitslöhne, gar nicht mehr angewendet. Wegen des hohen Preises der broncenen und kupfernen Röhren, giebt man den messingenen den Vorzug, zumal sie auch noch eine größere Dauer haben.

Die Abnutzung der Röhren rührt von der Reibung der Achse her, sowie auch von ihrer Oxydation, die vielleicht eine Folge electrisch-chemischer Einflüsse ist. Sie werden an den Puncten, wo sie sich mit der Wand des Feuerkastens vereinigen, sehr rasch zerstört.

Wenn eine Röhre, sei es durch die Reibung, oder wegen langen Gebrauchs, oder durch den Dampfdruck, so schadhaft ist, daß sie zerreißt, so sieht man dies sogleich, weil dies Wasser entweicht, bis zum Feuer gelangt und dieses auslöscht. Die Auswechselung der schadhaften Röhre ist nicht unmittelbar nothwendig; man begnügt sich damit, die Oeffnung von der Seite des Feuerkastens mit einem hölzernen Pfropf zu verstopfen, der von der Verbrennung durch das im Innern dagegen tretende Wasser gesichert wird. Sind aber mehrere Röhren schadhaft geworden und verstopft, so wird der Durchschnitt des Durchströmens von dem Rauche zu klein, die Maschine hat nicht Zug genug, und die zerstörten Röhren müssen ausgewechselt werden. Ist die Maschine fortwährend im Betriebe, so wird die Auswechselung der Röhren bald nöthig; jedoch hängt viel von der Sorgfalt des Heizers ab. Bemerkenswerth ist die Verminderung der Stärke und des Gewichts der Röhren. Neu wiegt etwa das Stück 15 Pfund, wogegen sie durch den Gebrauch auf 6¼ Pfund reducirt werden. Ihre Stärke hat sich daher bedeutend vermindert, und es muß durch diese geringere Stärke eine weit größere Wärmemenge geben, so daß eine schon einige Zeit hindurch

gebrauchte Maschine mittelst einer und derselben Brennmaterialmenge mehr Dampf erzeugt. Jedoch wird dies durch die geringere Leitungsfähigkeit der mit Incrustationen bedeckten Röhren vermindert und gewissermaßen aufgehoben. Diese Incrustationen oder der sogenannte Kesselstein rührt von den in dem Wasser enthaltenen Stoffen her, indem dasselbe gewöhnlich kalkig ist. Es hängen sich diese Stoffe, aller Sorgfalt ohnerachtet, die man auf die Reinigung des Kessels verwendet, endlich an die innern Oberflächen des Kessels und sind sehr schlechte Wärmeleiter. Die bekannten Mittel zur Vermeidung solcher Incrustationen haben wir bereits angegeben. Wir fügen hier noch hinzu, daß es zweckmäßig ist, eine der untern Röhren wegzulassen und die Oeffnung mittelst eines mit Schraubengewinden versehenen Stöpsels zu verschließen. Dadurch ist man in den Stand gesetzt, von Zeit zu Zeit diesen Theil des Kessels, wo sich der von den Röhren abfallende Kesselstein anhäuft, zu reinigen. Ohne diese Vorsichtsmaßregel bildet sich oft an dieser Stelle eine erdige Schicht, welche die Zerstörung der untern Röhren veranlaßt, indem er das Wasser verhindert, sie gänzlich zu baden.

Die Rauchkammer.

Das Vordertheil der Maschine, auf welchem die Esse befestigt wird, besteht aus Blechtafeln, und seine äußere Form ist der der Feuerkammer ähnlich. Die Wand auf der Seite nach dem Kessel zu, B (Fig. 2, Taf. XXXVI, Fig. 4, Taf. XXXV und Fig. 3, Taf. XXXIV), hat ebenso viel Löcher, als die dem Heerde correspondirende Wand und nimmt die Rauchleitungsröhren auf. Uebrigens ist diese Kammer von allen Seiten verschlossen, und nur eine einzige von ihren Wänden trägt den Druck des Dampfes, näm-

lich die, welche die Röhren aufnimmt. In dem untern Theile der Kammer befinden sich die beiden Dampfcylinder, welche auf diese Weise gegen jeden Wärmeverlust und gegen die Verdichtung des Dampfes gesichert sind, die jedoch beträchtlich sein würden, wenn die Cylinder durch die äußere Luft abgekühlt werden könnten, und es folgt ein bedeutender Kraftverlust. Zuweilen haben diese Cylinder eine geneigte Lage (Fig. 1, Taf. XXXV), welche unerläßlich ist, wenn die vier Vorderräder einen gleichen Durchmesser haben, und dies ist dann der Fall, wenn man sie zur Vermehrung der Adhäsion zusammenkuppeln will. Wir kommen auf den Gegenstand zurück.

Die Esse (Fig. 1 und 2, Taf. XXXV und XXXVI), deren Durchmesser 1 bis 1¼ Fuß und deren Höhe 12 bis 16 Fuß über den Schienen beträgt, ist mit der Rauchkammer entweder durch festgenietete Winkel oder durch gußeiserne Gesimse befestigt. Das obere Ende ist trichterförmig erweitert, um das Geräusch, welches das Ausströmen des Dampfes verursacht, zu vermindern, und man bedeckt es gewöhnlich mit einer aus Eisen- oder Messingdraht bestehenden Haube, um das Herauswerfen der kleinen glühenden Coaks zu verhindern. Diese Haube hat eine convexe und erweiterte Form, damit das Durchströmen der Luft und der Producte der Verbrennung nicht behindert werde.

Die geringe Höhe, die man den Essen der Locomotiven zu geben genöthigt ist, da sie durch Tunnels, unter Brücken u. s. w. hindurchgehen müssen, würde durchaus nicht hinreichen, um einen, für die nothwendige Dampferzeugung hinlänglichen Zug hervorzubringen. Man hat sie daher durch künstliche Mittel vermehren müssen; mechanische Mittel, wie die Ventilation oder Einblasung, hat man unzureichend und zu kostbar gefunden. Man ist dabei stehen

geblieben, sich des Druckes des benutzten Dampfes zu bedienen. Zu dem Ende läßt man ihn in die Esse ausströmen, um der Luft eine Geschwindigkeit mitzutheilen, welche die warme Luft und die Flamme durch die Röhren zu reißen und die Luft durch den Rost in den Ofen zu führen sucht. Die Ausströmungsröhre s ist conisch (Fig. 2, Taf. XXXVI), und die Zusammenpressung, welche der Dampf bei'm Ausströmen erleidet, erhöhet die Dauer desselben und veranlaßt einen starken Zug. Man vermehrt auf diese Weise die Dampfproduction; allein da auf der andern Seite der auf diese Weise zur Hervorbringung des Zuges erhaltene Dampfdruck der Kolbenbewegung entgegenwirkt, so strebt er, die bewegende Kraft der Maschine zu vermindern, und dieser Kraftverlust wird bei großen Geschwindigkeiten sehr bemerkbar. Da jedoch nothwendig ein Theil der bewegenden Kraft zur Hervorbringung des Zuges angewendet werden muß, so war diese Ausströmungsöffnung oder das sogenannte Blaserohr offenbar das einfachste, leichteste und kräftigste Mittel. Es bleibt nur noch zu wissen übrig, ob man bei großen Geschwindigkeiten nicht die Ausströmungsöffnung vergrößern könnte, ohne der Lebhaftigkeit des Zuges zu schaden; es würde alsdann die Dauer des gegen den Kolben wirkenden Druckes vermindert werden. Es ist dies eine sehr wichtige, noch zu lösende Frage, zu welchem Ende eine Versuchsreihe sehr zweckmäßig sein würde.

An manchen neueren Maschinen ist das Ausblaserohr mit einer verstellbaren Oeffnung versehen, welche von dem Standpuncte des Maschinisten aus verändert werden kann.

Die am Hintertheile des Dampfkastens befindliche große Thür gestattet den Zugang zu den Cylindern und zu den Rauchröhren, um sie zu untersuchen und zu reinigen. Weiter nach unten ist eine kleinere

Thür angebracht, mittelst der man die Asche und die kleinen Kohlen, welche sich am untern Theile ansammeln können, wegzuschaffen vermag. Mehrere neuere Maschinen haben am Aschenfalle eine bewegliche Klappe, welche der Maschinist mittelst einer Stange regieren kann.

Das Register.

Ein Locomotivmaschinenführer muß stets Herr seines Feuers sein, unabhängig von der Menge des auf dem Roste vorhandenen Brennmateriales. Zu dem Ende ist im Innern der Esse eine fast kreisrunde, um eine Achse bewegliche Scheibe vorhanden, deren Stellung dem Blaserohre gestattet, durch eine kreisrunde, mitten in derselben vorhandene Oeffnung durchzugehen. Die Achse besteht aus Flacheisen, ist an den Flügeln mit Schraubenbolzen befestigt und hat an beiden Enden kleine Zapfen, die sich in den Wänden der Esse bewegen. An dem einen ist eine kleine Kurbel angebracht, die mittelst einer in einer Gabel ruhenden Stange von dem Maschinisten in Bewegung gesetzt wird. Die Verbindungsstange hat an ihrem Ende drei Einschnitte, welche die verschiedenen Stellungen des Registers bezeichnen. Diese Art und Weise, den Zug zu ordnen, hat außer dem Vortheile der Einfachheit und Wirksamkeit auch noch besondern Nutzen, wenn man das Feuer herauswirft, weil sich ein Strom von äußerer kalter Luft bildet, welche durch die Wirkung der Verdünnung derjenigen eingeführt wird, die in Berührung mit den erhitzten Theilen des Kessels steht, und die, indem sie die Temperatur der metallischen Theile plötzlich verändert, sie stark zusammenzieht und zerstört.

Es ist gut, nicht vergessen zu wollen, daß, wenn das Register aufgezogen ist, der Dampf, wegen der

großen Menge warmer Luft, die ihn absorbirt, nicht sichtbar ist; ist es dagegen niedergelassen, so strömt der Dampf in dichten und dicken Stößen aus.

Man hat den Zug auf verschiedene andere Arten zu reguliren gesucht. Anfangs begnügte man sich damit, wenn man die Lebhaftigkeit des Zuges vermindern wollte, in die Esse kalte Luft einzuführen, indem man zu jeder beliebigen Zeit und mittelst eines Griffes, der zur Hand des Maschinisten war, die Thüren an dem Rauchkasten öffnete, die zur Reinigung gebraucht werden. Jedoch ist dies ein schlechtes Mittel, weil dadurch der Zug in solchem Grade vermindert wird, daß das Feuer fast gänzlich erlöscht, indem die Masse der einströmenden Luft zu bedeutend ist. Außerdem hat dieses Mittel auch das Nachtheilige, daß die Temperatur des Metallblechs von diesem Theile des Kessels sich zu plötzlich verändert, so daß es dadurch verbogen und zerstört wird.

Außerdem hat man zu der Regulirung des Zuges auch die kleine Thür angewendet, die am untern Theile der Rauchkammer angebracht ist, und die ganz besonders dazu dient, die Asche herauszunehmen, die aber auch als Register benutzt werden kann, und die man mehr oder weniger öffnet, je nach dem Grade des Zuges, den man zu erlangen sucht. Jedoch hat diese sehr tief angebrachte Oeffnung das Nachtheilige, bei der emporsteigenden Bewegung der Luft die Asche und andere Rückstände der Verbrennung mit in die Höhe zu reißen, wodurch die Maschine verunreinigt und die Reisenden incommodirt werden.

Diesen letztern Nachtheil hat man dadurch zu vermeiden gesucht, daß man über der Thür des Rauchkastens eine Oeffnung mit beweglichen Flügeln, sowie man sie gewöhnlich zur Ventilation anwendet, anbringt. Ein solcher Ventilator verbindet die äußere Luft mit dem Rauchkasten, der Durchschnitt des Durch-

ganges der Luft kann übrigens nach Belieben vermindert werden. Dieses letztere Mittel ist zweckmäßiger, als jenes, welches in der Oeffnung der Ofenthür besteht, weil die Menge der in diesem letztern Falle über dem Brennmaterial eingeführten kalten Luft, indem sie den Zug vermindert, nicht auch verhältnißmäßig die Menge des verbrauchten Brennmaterials verringert, und weil sie auch eine schädliche Abkühlung und Zusammenziehung der metallenen Theile des Kessels veranlaßt.

Das weiter oben beschriebene Stephenson'sche Register ist weit vorzuziehen; allein das Mittel, welches seine Wirksamkeit und seine guten Resultate erhöhet, besteht darin, daß an dem untern Theile des Ausström- oder Blaserohrs ein zweites angebracht wird. Diese Röhre, welche unter dem Cylinderkasten nach Außen mündet, ist mit einem Hahne versehen, um den Ausströmungsdurchschnitt zu reguliren. Will man nun den Zug vermindern, so läßt man einen Theil des Dampfes durch diese Leitung entweichen. Oder da die Stärke des Zuges hauptsächlich durch das Ausströmen des Dampfes aus dem Blaserohr in die Esse hervorgebracht wird, so würden, wenn ein Theil des unnützen Dampfes nach Außen entweicht, und da das unveränderliche Volum auf zwei Durchschnitte vertheilt ist, die in die Esse ausströmende Dampfmenge und folglich die Dauer des Ausströmens und der Zug vermindert. Dies hat auch noch den Vortheil, den Druck hinter der Kolbenoberfläche zu vermindern, ein Druck, der sich stets im hohen Grade und im Verhältnisse der Verminderung des Durchschnittes, die man mit dem Blaserohre vornimmt, um die Dauer des Ausströmens zu erhöhen, darthut. Der Maschinist kann daher lediglich durch das Spiel des untern, ihm zugänglichen Hahnes seinen Zug reguliren.

Der Kessel und seine Nebentheile.

Die Construction des Kessels wird aus den allgemeinen Ansichten und Durchschnitten (Taf. XXXIV und XXXVI) hinlänglich verdeutlicht. Er besteht, wie die äußern Wände des Feuerkastens, aus starkem Eisenblech und ist auch auf dieselbe Weise verbunden. Durch seine ganze Länge gehen Röhren, und bis auf 13 Zoll von dem höchsten Puncte entfernt, ist er gänzlich mit Wasser angefüllt. Die in den Kesseln enthaltene Wassermenge beträgt etwa 2000 Liter oder etwa 1800 preuß. Quart. Der räumliche Inhalt der Dampfkammer beträgt 0,78 Cubikmeter (25 Cubikfuß); der ganze Inhalt des Kessels demnach 2,75 Cubikmeter (99 Cubikfuß). Man sieht, daß die Dampfkammer ungefähr die Hälfte des Inhalts hat, als der das Wasser enthaltende Theil. Derjenige Theil des Wassers, welcher die senkrechte und die obere horizontale Wand umgiebt, erhält den unmittelbaren Einfluß des Feuers, wogegen das die Röhren umgebende Wasser nur den Wärmestoff aufnimmt, der ihm durch die durch den Zug der Esse zugeführte Flamme und die heißen Gase mitgetheilt wird. Dieses Wasser wird, wie wir schon bemerkt, schnell erwärmt, und es entstehen in der ganzen Masse Strömungen, so daß das durch den Contact erhitzte Wasser durch neue Lagen ersetzt wird, bis daß eine fast überall gleiche Temperatur hergestellt wird. Jedoch ist diese Wirkung nicht vollständig genug, so daß der in unmittelbarer Berührung mit dem Brennmateriale stehende Theil des Kessels stets eine höhere Temperatur hat. Der cylindrische Theil ist, von einem hölzernen, aus Dauben bestehenden Mantel umschlossen, der ein schlechter Wärmeleiter ist und der den Zweck hat, Wärmeverlust zu vermeiden. Er wird durch eiserne, an ihren Enden durch Schraubenbolzen verbundene Reife zusam-

mengehalten. Die Heizoberfläche, welche die unmittelbare Einwirkung des Feuers dem Wasser mittheilt, beträgt durchschnittlich 5,30 Quadratmeter (58,8 Quadratfuß); die Oberfläche der Röhren 59 Quadratmeter (599 Quadratfuß). Nimmt man nun nach Stephenson an, daß die durch die Röhren gehende Wärme nur ein Drittel von der ist, welche durch die unmittelbar dem Feuer ausgesetzte Oberfläche geht, und reducirt man dieselbe nach diesem Verhältnisse, so erhält man 22 Quadratmeter (223,34 Quadratfuß) Heizoberfläche.

Mit dem Kessel sind verschiedene Apparate verbunden; die einen dienen zur Angabe des Wasserstandes in dem Kessel, und es sind dies die Hähne und der Wasserindicator. Die anderen haben den Zweck, den Druck des Dampfes anzugeben und zu reguliren; es sind die Sicherheitsventile A und B. Noch andere dienen zur Reinigung und Untersuchung des Kessels; sie bestehen in Hähnen und in dem Mannloche C. Endlich werden noch andere Apparate dazu benutzt, um das verdampfte Wasser zu ersetzen, welches Pumpen sind, die wir besonders betrachten wollen.

Bei neueren, namentlich den Borsig'schen Kesseln, ist die ganze Länge, mit Ausnahme des Rauchkastens, mit Filzplatten belegt; der horizontale Theil und die Kuppel mit Holz; der vordere Theil ist mit Kupfer bekleidet. Gewöhnlich sind die Kessel nur mit Holzdauben belegt. Alle diese Vorrichtungen haben Verminderung der Abkühlung und Brennmaterialersparung zum Zweck.

Der Wasserindicator oder die Wasserscale.

Die Wasserscale (Fig. 25, Taf. XXXI) die an der Wand nach Vorn zu angebracht ist, besteht in

einer starken Glasröhre, die unten und oben in messingenen Hülsen a, a befestigt worden ist. Um die Fugen recht dicht zu machen, bringt man zwischen den Muffen oder Hülsen eine Stopfung an, die Mennigkitt enthält, und die man mittelst eines innern und concentrischen Muffes, der in Form einer Stopfbüchse auf das messingene Futter geschraubt ist, stark gegen die beiden Wände von Glas und Messing preßt.

Von einem jeden dieser Stücke gehen metallene Röhren b, b ab, die in der Mitte mit Hähnen und an den Enden mit Schraubengewinden versehen sind, die in die Kesselwand eingeschraubt werden, und zwar so, daß das obere Stück mit dem Dampfe und das untere mit dem Wasserbehälter in Verbindung steht, so daß sich die Röhre in demselben Zustande befindet, wie der Kessel selbst. Am untern Ende ist ein metallischer Theil, der an die Hülse a geschraubt ist, mit einem Hahne versehen, der zur Entleerung des Glases dient; die obere Schraube d dient zur Reinigung des Hahnes, wenn er verstopft ist.

Die Röhren b, b stehen mit dem Innern des Kessels in Verbindung; wenn man den untern und den obern Hahn öffnet, so steigt das Wasser eben so hoch in der Röhre in die Höhe, wie es im Kessel steht, und dient dem Maschinisten als Scale für die Speisung des Kessels mit Wasser. Die Hähne haben den Zweck, die Verbindung mit dem Kessel aufzuheben, wenn die Röhre zerbricht, oder wenn die Maschine außer Betriebe ist. Der Hahn r dient zur Reinigung der Röhre, indem man einen Wasserstrom hindurchgehen läßt; er dient ferner zur Entfernung der Dampfblasen, die durch das schnelle Sieden des Wassers über den wahren Wasserstand täuschen könnten. Der kleine Verbindungscanal muß einen kleinen Durchschnitt haben, um die Schwingungen zu schwächen, welche die schnelle Bewegung der Maschine auf das

Wasser hervorbringt. Die beiden kleinen Schrauben c, c dienen, wie schon bemerkt, zur Reinigung und Oeffnung der Röhren b mittelst eines Drahtes, wenn sie durch einen Absatz verstopft sind.

Die genaue Kenntniß von dem Wasserstande in dem Kessel ist von solcher Wichtigkeit für den Maschinenführer, daß man noch ein anderes Mittel zu seiner Disposition gestellt hat, wodurch er sich davon überzeugen kann. Es sind dies zwei oder drei Hähne, die in verschiedenen Höhen, in benachbarten Stellungen des Wasserstandes, wie er gewöhnlich in dem Kessel vorhanden ist, angebracht sind.

Der Heizer muß die Hähne, welche Dampf und die, welche Wasser geben müssen, durch die Erfahrung kennen, und er muß sie häufig um Rath fragen, um eine Verbrennung des obern Theiles von dem Ofen zu vermeiden, welches unfehlbar der Fall sein würde, wenn die ihn bedeckende Wasserschicht zu gering wäre. Der schmelzbare Pfropf würde zwar seine Nachlässigkeit gefahrlos machen, allein wenn es während der Fahrt geschieht, so würde man sich in der Unmöglichkeit befinden, dieselbe vollenden zu können.

Die Sicherheitsventile, das Mannloch und die Ablaßhähne.

Es befinden sich stets zwei Sicherheitsventile an einer Locomotive, die zuweilen alle beide veränderlich und mit einer Feder oder mit einem Hebel versehen sind. Zuweilen ist nur das eine veränderlich, das andere aber bis zu einer gewissen Grenze fest und außer dem Bereiche des Heizers. Diese Ventile sind an verschiedenen Theilen des Kessels angebracht; die Stelle, welche sie einnehmen, ist fast gleichgültig. Das Hebelventil ruht auf einem kleinen, messingenen Sockel (Fig. 2, Taf. XXXVI), der an dem obersten Theile des Kessels angebracht und mit-

telst der Lappen a angeschraubt ist; das Ventil b besteht aus Bronze und läuft an dem Rande kegelförmig ab; es wird durch eine Stange geleitet, die durch einen Muff in der Mitte geht, der entweder einen Theil des Kessels oder des Sockels bildet. Es darf keinen Dampf durchlassen, wenn der Druck, den es äußerlich trägt und der vorher regulirt ist, gleich dem innern Dampfdrucke ist. Der Lappen d nimmt einen kleinen Träger e auf, der oben gegabelt ist, und in welchem sich der Hebel f dreht, mittelst welchem und der gegliederten Stange g der Druck auf dem Ventil angebracht wird.

Das andere Ende des Hebels läuft in eine Platte aus, die eine Stange unter der Schraube (Fig. 2) umgiebt, und die einen Druck auf eine, von einer Büchse umschlossene Feder ausübt, deren Form durch die Abbildung hinlänglich verdeutlicht wird. Diese metallene Büchse, die auf der einen Seite eine gerade und auf der andern eine kreisförmige Wand hat, ist auf dem Kessel mittelst eines Bolzens befestigt. Der von der Elasticität dieser Feder herrührende und durch Erfahrung gefundene Widerstand, multiplicirt mit dem großen und dividirt durch den kleinen Hebel und mit Berücksichtigung des Gewichts von dem Hebel, des Gewichts von dem Ventil und des von der Wage, giebt den Druck des Dampfes auf das Ventil an, in dem Falle, daß der innere und der äußere Druck im Gleichgewichte stehen. Bei den feststehenden Maschinen bedient man sich statt einer Federwage eines beweglichen Gewichts, das, an verschiedenen Puncten angebracht, den Druck auf das Ventil vermehrt oder vermindert; allein bei den Locomotiven war dieses Mittel, wegen ihrer Geschwindigkeit und wegen der Schwingungen, welche die Stellung des Gegengewichts verändern würden, nicht anwendbar. Die Sicherheitsventile veranlassen Irrthümer, zuvörderst wegen Ver-

änderung der Elasticität der Federn, die nach und nach stärker werden kann, dann wegen der Oberfläche, auf welcher das Ventil ruht, und welche die Widerstandsoberfläche in dem Augenblicke vermehrt, wo der Dampf durch die Oberflächen ausströmt. Endlich ist eine bedeutende Ursache des Irrthums der Umstand, daß die Maschinenfabricanten, indem sie die Wagen graduiren, das Gewicht des Hebels und das des Ventils ganz unberücksichtigt lassen. Es ist zweckmäßig, ihre Genauigkeit mittelst eines momentan an dem Kessel angebrachten Manometers zu untersuchen.

Das feste Federventil H (Fig. 2, Taf. XXXVI), hat eine verschiedene Einrichtung von dem vorhergehenden; es ist in einer Büchse eingeschlossen und liegt außerhalb des Bereichs des Maschinisten, der auf diese Weise den Druck nicht erhöhen kann.

Um den Kessel zu reinigen, läßt man das Wasser durch zwei Hähne ablaufen, die unten an den äußeren Wänden des Feuerkastens angebracht sind. Am obersten Theile des Kessels ist eine Oeffnung von 17 bis 19 Zoll Durchmesser angebracht, mittelst der ein Mann in den Kessel gelangen kann, theils um die Röhren zu untersuchen, theils um ihn zu reinigen oder Reparaturen vorzunehmen, Diese, das Mann- oder Fahrloch genannte, Oeffnung ist mittelst eines aufgeschraubten Deckels verschlossen, der gekrümmt ist, um dem Dampfe Widerstand leisten zu können.

An der äußern Wand des Feuerkastens sind zwei Oeffnungen angebracht, die man nach Belieben aufmachen kann, wenn man den Kessel öffnen und ihn von dem Absatze befreien will, den er enthalten könnte. Will man diese Operation kalt vornehmen, so richtet man gegen diese Oeffnungen einen Wasserstrom, welcher die Wände reinigt. Zu gleicher Zeit löst man mit einer vorn hakenförmig gebogenen Stange, die man durch diese Oeffnungen einführt, das von dem

Absatze ab, welches bei dem Waschen nicht losgegangen ist. Es ist von Wichtigkeit, daß die Oeffnungen die gehörige Lage haben, damit die Reinigung auf allen Seiten bewirkt werden könnte.

An einigen Maschinen, z. B. an den neueren von Borsig in Berlin, ist außer den beiden erwähnten Sicherheitsventilen noch ein drittes mit einer Federwage angebracht, welches zur Beobachtung der Dampfspannung im Kessel dient. Dasselbe hat nur einen geringen Durchmesser und ist so normirt, daß es die Dämpfe früher, als die beiden anderen Ventile entweichen läßt. So lange diesen kleineren Ventilen unausgesetzt Dämpfe entströmen, ist die erforderliche Spannung im Kessel vorhanden, wogegen das Schließen des Ventils ein Zeichen ist, daß nachgefeuert werden muß.

Die Pfeife.

Auf dem höchsten Puncte des Feuerkastens ist ein kleiner Apparat angebracht, den man die Pfeife nennt, und welche den Zweck hat, die Nähe der Maschine anzuzeigen. Man hört sie in einer Entfernung von mehr als einer Viertelmeile. Ihre Einrichtung ist hinlänglich durch die Fig. 26, Taf. XXXI verdeutlicht. Der Dampf strömt durch die Oeffnungen a aus und verursacht durch seinen engen Ausweg aus der untern Halbkugel, so wie durch die Schwingungen der obern metallenen Glocke, den pfeifenden, schrillenden Ton.

Die Speisepumpen.

Diese an den großen Rahmenstücken des Maschinengestelles befestigten Pumpen haben den Zweck, das durch die Verdampfung fortwährend entfernte Wasser zu ersetzen.

Sie haben eine verschiedene Form; Fig. 27, Taf. **XXXI** giebt einen Durchschnitt von derjenigen, so wie man sie bei kleineren Maschinen anwendet.

Die Röhre b steht mit dem der Maschine folgenden Tender in Verbindung; die Röhre a führt das Wasser dem Kessel zu; im Pumpenstiefel bewegt sich ein massiver Kolben, dessen Durchschnitt in Fig. 28 dargestellt worden ist. Es ist ein hohler Cylinder von Roth- oder von Eisenguß, der abgedreht ist, und in den eine am Ende mit einem Schraubengewinde versehene Stange tritt, die ein hohles Stück aufnimmt, welche eine Schraube bildet und sie mit der Kolbenstange p verbindet. Das Stück j hat keine Schraubengänge; allein es hat zu jeder Seite eine bewegliche Schraubenmutter, mit deren Hülfe man die Länge des Kolbens bestimmt, so daß er bis auf den Grund des Pumpenstiefels reicht, ohne ihn jedoch zu berühren. Die Schraube c verbindet den Kolben mit der innern Stange. Die hin- und hergehende Bewegung des Kolbens bildet abwechselnd das Saugen und das Drücken; beim Saugen hebt sich das Ventil k und es dringt Wasser in die Röhre c; beim Drücken dagegen hebt sich das Ventil k', es schließt sich das vorhergehende, und das Wasser wird in die Röhre a gedrückt.

Der aus Messing oder Gußeisen bestehende Pumpencylinder ist nicht ausgebohrt, weil er einen größern Durchmesser hat, als der Kolben, so daß er nur mittelst einer Stopfbüchse, wie in Fig. 29, oder mittelst eines metallenen, mit Schraubengängen versehenen und ausgebohrten Stöpsels d, wie in Fig. 27, wasserdicht gemacht werden kann. Am Ende des Pumpenstiefels ist eine kleine Röhre T angebracht, die mittelst einer Schraube mit ihm verbunden, und die mit einem Probehahne g versehen ist, dessen Schlüssel mittelst eines Hebels und eines Griffes von dem Ma-

schinenführer bewegt werden kann. Er dient dazu, um zu sehen, ob die Pumpe Wasser giebt und gut wirkt. Mit dem ersten Pumpenstiefel ist mittelst Kränzen und Schrauben eine Röhre e verbunden, in welcher sich das Saugventil bewegt, so wie auch eine zweite Röhre f mit dem Auslaß= oder Druckventil. Alle diese Röhren oder Cylinder bestehen aus Messing. Ehe man zu der Steigeröhre gelangt, hat man einen Hahn angebracht, der den Zweck hat, den Uebergang des Wassers in den Kessel abzuschließen, wenn man die Ventile untersuchen will. Ein doppeltes Ventil ist aber zweckmäßiger, als ein Hahn; denn wenn man es vergäße, diesen letztern zu öffnen und die Pumpe nicht mit einem Sicherheitsventile versehen wäre, so würde sie unfehlbar zerspringen.

Die Ventile sind messingene, abgedrehte Kugeln, die in sphärisch ausgehöhlten bronzenen Sitzen liegen und bei ihrer Bewegung durch die vierarmigen Leitungen k, k' geführt werden. Der Sitz des untern Saugventils wird durch die Röhre selbst unterstützt; der Sitz des obern Druckventils aber durch den Bolzen l. Die Röhre ist, ehe sie den Tender erreicht, mit einem Hahne versehen, damit der Führer, wenn er es will, den Wasserbehälter der Einwirkung des Kolbens entziehen könne, welcher sich dann in diesem Falle in der Leere bewegt. Beide Speisepumpen sind mit Hülfe der Lappen m, m an den Rahmen der Maschine befestigt und liegen den Dampfcylinderkolbenstangen vollkommen parallel. Da jedoch dieser Parallelismus durch Abnutzung der Leitungen, der Stangen und der Kolben oft gestört wird, so läßt man an dem Verbindungspuncte der Speisepumpenkolbenstange mit der des Dampfcylinders gehörigen Spielraum.

Fig. 29 giebt einen Durchschnitt einer von Stephenson angewendeten Speisepumpe; der Pumpen=

stiefel c besteht aus Gußeisen und hat 20 Linien lichten Durchmesser, so wie 6 Linien Metallstärke.

Der sich in dem Cylinder bewegende Kolben ist 18½ Linien stark, weßhalb, wie man sieht, ein gewisser Spielraum in der Pumpe stattfindet.

Die Verbindung der Saug- und der Druckpumpe sind in dieser Pumpe von denen an der beschriebenen verschieden. Beide zu verbindende Theile treten kegelförmig ablaufend ineinander und sind von ihrem Muff h bedeckt, der sie ineinander treibt, indem er sich über ihre äußere Peripherie schraubt.

Beide Pumpen wirken auf gleiche Weise; ohne Zweifel würde eine hinreichen, ohne sie fortwährend im Gange zu erhalten, um das verdampfte Wasser im Kessel zu ersetzen; allein die andere ist bei einem Unfalle, oder wenn die erste nicht in Wirksamkeit ist, erforderlich.

Die Ventile der Speisepumpen sind zuweilen Scheibenventile von der Form s, Fig. 1, Taf. XXXVIII, statt daß es gewöhnlich Kugelventile sind; die Figur giebt einen Begriff von dieser Art von Pumpen, die z. B. bei den Maschinen von Bury angewendet worden sind.

Das ganze System ist durch die Lappen o an dem großen Rahmenstücke befestigt. Der Kolben P wirkt auf dieselbe Weise wie bei den anderen Pumpen. Die Ventile werden durch die Platten p gehindert, sich zu hoch zu heben und werden auch dadurch genöthigt, in ihre erstere Lage zurückzugehen. Mit dem Pumpenkörper sind diese Platten mittelst Schraubenbolzen befestigt. Der Hahn r, den der Führer öffnen und schließen kann, giebt ihm an, ob die Pumpen gut wirken. Die Röhre a steht mit dem Tender in Verbindung und die Röhre b mit dem Kessel. In der Röhre b sind, wie man sieht, zwei

Ventile vorhanden, um die Trennung des Kessels von dem Pumpencylinder vollständiger zu machen.

Die Scheibenventile haben das Nachtheilige, leicht in Unordnung zu gerathen und bedürfen vieler Reparaturen. Ihre Construction ist auch weit schwieriger, und sie werden sehr leicht von ihrem Satze geworfen; man muß daher den Kugelventilen den Vorzug geben.

Es ist nicht gleichgültig, an welchem Puncte man die Speisewasser in den Kessel gelangen läßt. Gewöhnlich geschieht es in der Mitte des cylindrischen Theiles; an den neuen Stephenson'schen Maschinen aber liegt der Einführungspunct an dem Theile, welcher den Feuerkasten umgiebt. Da dort das stärkste Sieden stattfindet, wenn die Ofenwände stets von Wasser umgeben sind, so hat es Stephenson mit Recht für zweckmäßig erachtet, die Speisewasser an diesem Puncte einzuführen.

Die Speisepumpe des Herrn Cavé (Fig. 2) ist wenig von den Pumpen mit Scheibenventilen verschieden. Die Ventile ruhen hier in einem kegelförmig ausgetieften Sitze und werden durch ihre, in einem Muff m laufende Stange t geleitet. Der Kolben p besteht aus Gußeisen, ist hohl und geht durch eine Stopfbüchse s, s', indem er ansaugt und ausdrückt. Durch das Saugen wird das Ventil c geöffnet und das Ventil c' verschlossen, durch das Ausdrücken umgekehrt, das erstere verschlossen und das letztere geöffnet. Die Bewegung wird dem Kolben durch eine eiserne Stange mitgetheilt, welche mit dem Kopfe der Schraube b verbunden ist, deren Mutter e, e in dem Kolben versenkt liegt. Ueber jedem Ventil ist der leitende Muff an einem Deckel angebracht, den man nach Belieben abnehmen kann, um die Ventile, wenn sie in Unordnung gerathen sein sollten, untersuchen zu können.

Eine eigenthümliche Einrichtung haben die Speisungsapparate an den trefflichen neueren Locomotiven aus der Maschinenfabrik von Borsig in Berlin, die wir hier noch etwas näher betrachten wollen, und die wir bereits weiter oben mit Hülfe der Fig. 14 bis 18, Taf. XXXVI, beschrieben haben.

Sehr beachtenswerth ist zuvörderst die Art und Weise, wie bei diesen Locomotiven das Wasser aus dem Tender nach den beiden Speisepumpen geleitet und von diesen dem Kessel zugeführt wird. Die Rohrverbindung der Pumpen mit dem Wasserbehälter des Tenders ist nämlich bloß vermittelst Kugelgelenke hergestellt, wobei die Zuleitungsröhren über's Kreuz von der rechten Seite des Tenders nach der linken Pumpe und von der linken Seite des Tenders nach der rechten Pumpe führen. Durch diese zweckmäßige Anordnung, die uns bei anderen Locomotiven bis jetzt noch nicht vorgekommen ist, hat Borsig jene nachtheilige Stopfbüchsenverbindung, welche früher wegen des Verlängerns und Verkürzens der Zuleitungsröhren in den Bahncurven nöthig war, gänzlich entbehrlich gemacht.

Nächstdem haben aber auch die Speisepumpen eine veränderte Anordnung erlitten, indem sie auf beiden Seiten neben dem Standorte des Locomotivenführers auf dem Plateau liegen, wo sie mit einer Blechkapsel bedeckt und gegen Beschädigung geschützt werden. Hierdurch ist nicht bloß der wesentliche Vortheil erreicht, daß der Maschinist die Pumpen besser überwachen und in Ordnung halten kann, sondern sie sind auch im Winter dem Einfrieren weniger, als bei der gewöhnlichen Anordnung, unterworfen. Außerdem wird dadurch die Möglichkeit herbeigeführt, durch einfache Hebelübersetzung die Bewegung der Kurbelwarze, von dem mit ihr verbundenen Lenkstangenkopfe aus, vermittelst einer bloßen Zugstange auf den Pumpenkolben zu übertragen und so den Hub des letztern auf den

dritten Theil des Dampfkolbenhubes zu reduciren, während bei den gewöhnlichen Locomotiven beide Kolbenhübe gleich sind.

Bekanntlich müssen die gewöhnlichen Locomotiven, wenn sie auf den Bahnhöfen zur Reserve stehen, von Zeit zu Zeit hin- und hergefahren werden, um dadurch die Speisepumpen zum Ersatz des verdampften Wassers in Thätigkeit zu setzen, was aber mit mancherlei Unbequemlichkeiten und Unkosten verbunden ist. Zur Vermeidung derselben ist bei den Maschinen von Sharp, Roberts und Comp. eine Handpumpe angebracht, mittelst welcher die Kesselspeisung erfolgt, ohne die Maschine selbst in Bewegung setzen zu dürfen. Borsig hat zu demselben Behufe links neben dem Vordertheile des Kessels eine kleine, höchst einfach construirte Dampfpumpe angebracht, die der Locomotivenführer durch bloßes Oeffnen eines Hahnes in Thätigkeit und durch das Verschließen desselben wieder in Ruhe setzt. Derselbe kann sich also während der Zeit, daß die Maschine sich selbst den erforderlichen Wasserbedarf herbeiholt, anderweitig beschäftigen, was als eine wesentliche Verbesserung erachtet werden muß.

Die Röhren zur Aufnahme, Vertheilung und zum Ausströmen des Dampfes.

Der Dampf begiebt sich in den obern Theil des Kessels; auf dessen höchstem Puncte erhebt sich, vorn oder hinten, eine Kuppel, über welcher zuweilen eins von den Sicherheitsventilen angebracht ist. Der nach dieser Kuppel strömende Dampf enthält weit weniger durch das Sieden mit hinweggerissene Wassertheilchen, als das Uebrige von dem Dampfraume. In der Kup-

pel D (Fig. 2, Taf. XXXVI) wird daher der Dampf durch die Röhre a aufgefangen*).

Fig. 3, Taf. XXXIV, giebt eine andere Kuppelform und bezeichnet den Anfang des horizontalen Dampfleitungsrohres S''. Der Dampf begiebt sich alsdann in eine senkrechte Röhre S''', die in Fig. 5 dargestellt worden ist, und die ihn mittelst des Kastens s, in welchem sich das Schieberventil bewegt, dem einen oder dem andern Cylinder zuführt. Dieser Dampfbehälter steht mit dem Cylinder mittelst der abwechselnden Bewegung des Schiebers auf beiden Seiten des Kolbens in Verbindung. Die Röhre E oder Q, welche wir bereits mit dem Namen der Ausströmungsröhre oder des Blaserohrs bezeichnet haben (Fig. 3, Taf. XXXIV und Fig. 2, Taf. XXXVI), ist mit der Oeffnung zwischen den beiden Oeffnungen am Ende verbunden, und der Dampf begiebt sich aus dem Cylinder in die Esse.

Dies sind die Eingangs- und Ausströmungspuncte des Dampfes. Am untern Theile der gabelförmigen Röhre, die den benutzten Dampf zu der Ausströmungsröhre führt, befindet sich eine kleine, ebenfalls gabelförmige Röhre, die mit einem Hahne versehen ist, und den Zweck hat, sich des Condensationswassers zu entledigen, welches sich in den

*) Das in die Dampfvertheilungsröhre mit hineingeführte Wasser hat große Nachtheile. Da es nicht zusammendrückbar ist, so kann die hin- und hergehende Bewegung des Kolbens Brüche veranlassen. Die durch den Dampf mit hinweggerissene Wassermenge wird sehr vermindert, wenn man die Dampfkammer vergrößert, indem auf diese Weise die Erneuerung des Dampfes minder heftig ist und eine geringere Bewegung des Wassers veranlaßt. Wir haben übrigens ein Mittel, das Einfließen des Wassers in die Dampfaufnahmeröhre zu verhindern; es besteht darin, daß man dieselbe mit einem Rande oder mit einer Erweiterung versieht.

Cylindern und in der beschriebenen Leitung bildet. Jedoch kann das Wasser nur durch den Kolben dahin gelangen, und je geringer dessen Geschwindigkeit ist, um so eher kann dadurch ein Bruch veranlaßt werden. Man muß daher, wie es Sharp und Roberts gethan haben, der Einrichtung den Vorzug geben, nach welcher an den Enden der Cylinder, und zwar unten, Hähne angebracht sind.

Bei manchen Maschinen läßt man die Dampfleitungsröhren nicht durch den ganzen Kessel gehen, sondern läßt sie erst in der Nähe der Esse beginnen. In allen Fällen findet dabei eine Ersparung an Röhren und Raum in der Dampfkammer statt; auch kommen sie durch Veränderungen der Temperatur weniger in Unordnung. Der Hauptgrund aber, der für diese Einrichtung spricht, ist der, daß bei dieser bedeutenden Länge der Röhren der Dampf Reibungen erleidet. Außerdem kommt es auch zuweilen vor, daß die Röhre von Wasser umgeben wird, wenn der Maschinist seinen Wasserspiegel zu hoch steigen läßt, und da die Fugen nicht immer ganz dicht sind, so lassen sie Wasser in die Röhre dringen, welches dann mit dem Dampf entweicht. Bei einigen Maschinen fängt man den Dampf an zwei Stellen auf, nämlich über dem Feuerkasten und in der Nähe der Esse; beide Fänge gehen in eine Leitung aus. Allgemeiner sind jedoch die ersterwähnten Einrichtungen.

Die Leitungsröhren bestehen aus 0,0045 Meter (2 Linien) starkem Kupferblech.

Sie haben einen starken Druck auszuhalten, weil beim Stillstehen der Maschine, wenn die Fugen recht dicht sind, der Dampf seinen ganzen Druck auf dieselben ausübt. Da er aber nach allen Richtungen auch von Außen stattfindet, widerstehen sie durch ihre eigene Gestalt.

Sie sind mittelst Lappen an der Wand der Rauchkammer einerseits und an der des Feuerkastens andererseits befestigt. Die Verbindung der großen mit den kleinern Röhren dient dazu, sie auseinander zu nehmen, wenn man den Kessel reinigen und leichter zu den Rauchröhren gelangen will.

Man giebt der Vertheilungsröhre eine geneigte Lage, damit das Wasser ablaufen könne, und an ihrem Ende ist ein Hahn angebracht. Die heftigen, von den plötzlichen Temperaturveränderungen herrührenden Bewegungen, so wie die verschiedene Ausdehnung des Eisens und des Kupfers, würden sie sehr bald aus ihrer Form bringen. Man befestigt sie daher mittelst einer Stopfbüchse an den Kessel. Die Vertheilungsröhren haben einen innern Durchmesser von 0,10 Met. (4 Zoll), welches einen Durchschnitt von 0,00785 Quadratmeter giebt; er muß im Allgemeinen viel bedeutender, als der der Oeffnungen sein *).

Die Regulatoren.

An der Vorderseite des Feuerkastens ist der Regulator angebracht, mittelst dessen der Conducteur den Eintritt der Dämpfe öffnet oder verschließt und den Durchschnitt des Eintritts vermehrt oder vermindert.

Das System dieser Apparate ist in verschiedenen Maschinenbauanstalten verschieden, und es ist sehr

*) Da sich das Kupfer von 0° — 100° C. um 0,00187 oder um $\frac{1}{533}$ seiner Länge ausdehnt und das Eisen um 0,00122 oder um $\frac{1}{819}$, d. h. beide in dem gegenseitigen Verhältnisse von 1 zu 0,64, so kann das Ausdehnungsverhältniß des Eisens und des Kupfers in den runden Zahlen 5 zu 3 ausgedrückt werden.

wichtig, daß der Maschinenbauer die verschiedene Form dieser Regulatoren kenne, um die zweckmäßigste wählen zu können.

Stephenson und viele andere Maschinenbauer nach ihm haben drehende Regulatoren angewendet (Fig. 3, Taf. XXXVIII).

Die Fig. 3, Taf. XXXIV, bezeichnet die Stellung und giebt eine allgemeine Ansicht dieses Regulators. Eine Kurbel r theilt eine drehende Bewegung einer Achse mit, die in einer Stopfbüchse läuft und mittelst eines Splettes oder Keils im Mittelpunct befestigt ist. Diese Welle theilt ihre Bewegung einer bronzenen Scheibe mit, die aus zwei Dreiecken e, e, e', e', Fig. 3, Taf. XXXVIII, besteht, die sich nach der kreisförmigen Oberfläche x x auf der gußeisernen Büchse reiben.

Diese Scheibe paßt auf die Oeffnungen b, b' und verschließt sie vollständig, oder öffnet sie ganz, oder nur zum Theil, von der einen und von der andern Seite, bei der geringsten drehenden Bewegung, die der Conducteur der Kurbel mittheilt.

Dieser Regulator giebt bei einer geringern Geschwindigkeit dem Dampf einen hinlänglich starken Durchgang, ausgenommen während der kurzen Augenblicke, in denen die Scheibe die vollen Theile p, p, p', p' durchschneidet. Der Druck erfolgt in dem Raume A und in der Röhre S'' (Fig. 3, Taf. XXXIV), nach der Geschwindigkeit und nach seiner Menge. Er ist gleich demjenigen, der durch den Druck im Kessel, wenn der ganze Durchschnitt des Regulators für den Durchgang des Dampfes frei ist, veranlaßt wird, weil dieser Durchschnitt derselbe, wie in der Röhre S'', ist. Um den Regulator zu öffnen, hat man die Reibungen zu überwinden, die aus der Differenz des zweifachen Drucks entstehen. Ein in Grade eingetheilter Kreis bezeichnet außerhalb zur Genüge den

Grad der Oeffnung des Regulators, und der Conducteur muß die größte Aufmerksamkeit darauf verwenden.

Tayleur wendet einen, dem Principe nach dem Stephenson'schen ähnlichen Regulator an, dessen allgemeine Einrichtung aber verschieden ist, wie man aus Fig. 4, Taf. XXXVIII, ersehen kann. Der Dampf wird in der Nähe der Esse aufgefangen. Die Wand, auf welcher die Vertheilungsscheibe reibt, hat die Form a, a', b, b'; sie nimmt eine Leitungsröhre nach dem Schieberkasten k auf. Die drehende Bewegung wird ihr durch die Welle ertheilt. Die kleinern Stifte x, x (auf der Ansicht von vorn) dienen dazu, die sich drehende Scheibe aufzuhalten, sowohl beim Oeffnen, als beim Verschließen der Durchströmungsöffnungen.

Der Apparat, dessen sich Bury bedient, ist ein einfacher Hahn mit zwei Oeffnungen (Fig. 5); die Oeffnung a steht mit der Röhre, welche den Dampf auffängt, in Verbindung; die Oeffnung b mit der Vertheilungsröhre. Die Stopfbüchse ist an der Kesselwand p, p angebracht. Man wird einsehen, daß bei einem Regulator dieser Art die Reibungen bedeutend sind, und daß ein solcher Hahn mit großer Sorgfalt ausgebohrt und abgedreht werden muß, wodurch er kostbar wird. Außerdem hat dieser Regulator den Nachtheil, wegen der ungleichen Ausdehnungen, die nothwendig ein Stück erleidet, in welchem das Volum der Materie ungleich vertheilt ist, leicht in Unordnung zu gerathen. Jedoch wird dieser Uebelstand dadurch vermindert, daß sich der Hahn leicht schmieren läßt.

Bury hat bei seinen Maschinen auch noch einen andern Regulator von verändertem Principe angewendet. Der Durchschnitt ist in Fig. 6 gegeben.

Mittelst der Röhre a wird der Dampf aufgefangen; b ist die Vertheilungsröhre; c die mit den Kes-

schwänden verbundene Röhre; k ein cylindrisches, bei k' angebrachtes Stück von Bronze, wie der Durchschnitt nachweist. In die nach einer Schraubenlinie laufende Vertiefung x tritt ein Stift; theilt nun der Conducteur der Welle o, mittelst seiner Kurbel m, eine drehende Bewegung mit, so folgt die Schraube dem Stift und ertheilt dem Stück k eine geradlinigte Bewegung.

Die Verbindung des Stückes k mit der Welle ist mittelst zweier eiserner Splette oder Keile bewerkstelligt, die an dem Stücke k befestigt sind, und die in zwei, in der Welle vorhandenen Walzen gleiten, welche letztere nur eine drehende Bewegung machen kann. Das durch den Stift geleitete Stück k aber ist genöthigt, längs der Achse zu gleiten, und auf diese Weise öffnet oder verschließt sich die Verbindung der Röhre a und b.

Dieser Regulator würde recht oft gereinigt und geschmiert werden müssen, welche Operation unglücklicherweise sehr langwierig und schwierig ist; denn um das Stück k herauszunehmen, muß ein Mensch in den Kessel steigen und den Stift wegnehmen. Es folgt daraus, daß, wenn das Schmieren nicht stattfindet, bald sehr starke Reibungen entstehen, zuvörderst an der Peripherie des Stückes k, besonders aber in dem Falz x und in dem der Welle. Es läßt sich daher der Regulator zuweilen gar nicht handhaben. Man muß demnach diesen sinnreich zusammengesetzten Apparat verwerfen, da er in der Anwendung zu bedeutende Nachtheile hat.

Zuweilen gelangt der Dampf, wenn das Stück k nicht gut in seiner Büchse schließt, in den Raum a. Alsdann schließt sich der Regulator sehr leicht von selbst, und der Conducteur muß fortwährend die Hand an der Kurbel haben.

Der Regulator einer großen französischen Maschine, Jackson, hat eine ganz andere, in Fig. 7 dargestellte, Einrichtung. Bei m ist die Kurbel befindlich; bei a ist der feste Drehpunct, der dem Rahmen gg', mittelst des Knopfes e, eine versetzende Bewegung mittheilt. Der Cylinder ee' berührt die Wände des Cylinders f nicht mehr, wenn er durch den Rahmen g gehoben ist, und die Dämpfe können alsdann durch die Oeffnungen i und in die Vertheilungsröhre strömen. Der Druck von der einen und von der andern Seite der Auffangung e e' der Dämpfe ist gleich dem im Kessel; allein er wirkt auf die Differenz zwischen den, mittelst der Senkrechten der Uebereinandersetzungspuncte gemessenen, kreisrunden Zonen, und diese Differenz ist gering. Wenn ferner der Rahmen e e erst einmal von dem Cylinder f getrennt ist, so hat erstere noch geringern Einfluß auf ihn, so daß der Conducteur der Maschine sehr wenig Widerstand erfährt, wenn er den Regulator öffnen und schließen will. Es ist dies einer der größten Vorzüge dieses Regulators. Eine andere, nicht weniger wichtiger, ist der, daß durch die geringste Bewegung des Hebels m der Regulator geöffnet ist, was bei dem Stephenson'schen Regulator nicht der Fall ist. Ebenso leicht ist jede andere Bewegung des Ausströmens des Dampfes vom Maximum bis zum Minimum zu bewerkstelligen.

Dagegen hat dieser Regulator das Nachtheilige, zuweilen Dampf durchzulassen, selbst wenn er verschlossen ist; denn da derselbe durch e und e' eindringen kann, so veranlaßt die ungleiche Ausdehnung der Materie einen leeren Zwischenraum in e, durch welchen der Dampf eintreten kann.

Man hat außerdem noch mehrere andere Regulatoren vorgeschlagen, von denen die einen Schieber (Fig. 8), die andern Ventile sind, welche mit Hülfe einer Schraube bewegt werden, die an dem Ende

einer zur Hand des Conducteurs befindlichen Stange angebracht ist.

Die ebenfalls abweichende Einrichtung des Regulators an der Borsig'schen Maschine haben wir weiter oben bei deren Beschreibung kennen gelernt.

Die Wirkungen des Regulators müssen studirt werden. Ist er geöffnet, so erlangt der Dampf eine Geschwindigkeit, die proportional der Differenz des Druckes in dem Kessel und in den Dampfleitungen ist. Vermindert man seine Oeffnung, so wird auch das Volum der Ausströmung vermindert. Verschließt man den Regulator immer mehr und mehr, so wird die Spannung des zu den Cylindern strömenden Dampfes sehr bedeutend vermindert. Auf diese Weise regulirt man die Geschwindigkeit und die transportirten Gewichtsmengen nach den Bedürfnissen des Betriebes, und es ist offenbar vortheilhaft, den Durchmesser der Vertheilungsröhren zu vermehren, um mehr Herr dieser Wirkung zu sein, die zur Grenze die Möglichkeit, viel Dampf ausströmen zu lassen, hat, so daß die Spannung in den Cylindern gleich der im Kessel wird.

Die Schieberventile und die Cylinder*).

Ist der Regulator geöffnet, so strömt der Dampf durch kupferne, 0,0032 Meter (1½ Linien) starke Röhren zu jedem der beiden Cylinder, welche aus Guß-

*) Wir betrachten hier zwar nur die Ventile ohne Expansionsvorrichtung, allein die letztere wird, nach der Beschreibung mehrer Expansionsmaschinen und nach den eben mitgetheilten allgemeinen Bemerkungen über Expansionsvorrichtungen vollkommen deutlich werden.

D. H.

Die Cylinder, in denen die Bewegung entsteht, bestehen aus Gußeisen von etwa 0,02 Meter (¾ Zoll) Metallstärke und etwa 0,30 bis 0,33 Meter (11½ bis 13 Zoll) innerem Durchmesser und sind zur Aufnahme des abgedrehten Kolbens sorgfältig ausgebohrt.

Die Verbindungen der Röhren mit dem Cylinder sind durch Kränze bewerkstelligt, zwischen die man, um sie recht dicht zu machen, Leinwand oder Blei und rothen Kitt legt.

Die Cylinder sind auf der einen Seite mittelst eines gußeisernen Deckels verschlossen, den man nach Belieben abnehmen kann, wenn man den Kolben repariren will. In der Mitte desselben ist eine kleine Oeffnung befindlich, die einen Schmierhahn aufnimmt, welcher mit dem Innern des Cylinders in Verbindung steht. Das andere Ende ist mit einem fast gleichen Deckel verschlossen, der jedoch einen geringern Durchmesser hat, indem man auf jener Seite den Kolben nicht herauszunehmen braucht.

An vielen Maschinen sind, wie schon bemerkt, statt vier nur drei Oeffnungen befindlich: zwei für das Einströmen in, und eine für das Ausströmen des Dampfes aus dem Cylinder. In diesem Fall ist auch nur ein Schieberventil vorhanden.

Die Fig. 12 giebt einen Durchschnitt von einem solchen Cylinder mit nur einem Schieber und drei Oeffnungen. Das Nachtheilige dieser drei Oeffnungen besteht darin, daß die Dampfleitungen in diesem Falle nothwendig weit länger sind, und da bei jedem Kolbenzuge der sie zum Einströmen ausfüllende Dampf zum Entweichen unter den Schieber geht, so ist die Menge des verlornen Dampfes weit beträchtlicher. In dieser Beziehung finden daher Nachtheile statt; allein es ist dagegen die Reibungsoberfläche weit geringer, die Schieberstange geht bei diesem Cylinder durch zwei Stopfbüchsen, welches bei andern Einrich-

tungen nicht der Fall ist. Der kleine Apparat r, in Form eines umgekehrten Hahnes, dient dazu, Oel zum Schmieren in den Cylinder zu bringen. Er kann aber auch umgedreht werden und dient dann zum Ablassen des Wassers, welches der Dampf mit sich führt, oder welches durch Verdichtung entsteht. Jedoch bedient man sich dazu seiner selten, und dann ist seine Stellung schlecht zu diesem Zwecke, indem er am untern Theile befindlich sein müßte. Einige Maschinenbauer haben an ihren Cylindern eine gute Vorrichtung angebracht; die Deckelwand hat, statt senkrecht zu sein, zwei äußere Neigungen, die eine von der Seite der Oeffnung zum Einströmen des Dampfes, die andere am untern Theile; diese letztere steht mit einem Hahn in Verbindung, der den Zweck hat, den Cylinder von allem Wasser, welches er enthalten kann, zu befreien. Uebrigens wird dieses Mittel, um sich des Wassers zu entledigen, nur selten angewendet; gewöhnlich sind die Kolbenzüge hinreichend, um es durch die Dampföffnungen auszutreiben, und es geht dann in die Ausströmungsröhre und in die Esse; oder aber es sammelt sich im untern Theile jener Röhre an, die mit einem Hahne zum Ablassen versehen ist. Würden die Oeffnungen durch die Kolben zu schnell verschlossen, so könnte man sich dieses Wassers nicht entledigen; und da diese Flüssigkeit fast gar nicht zusammendrückbar ist, so würde der Kolben, wenn er dagegen drückte, einen ähnlichen Widerstand erfahren, als wenn ihm eine metallische Masse entgegen wäre, welches einen Bruch wichtiger Stücke veranlassen könnte. Die Stopfbüchse s hat auch eine von der allgemein angenommenen verschiedene Construction; die Fig. 12 giebt Länge- und Querdurchschnitte davon; die Büchse a gewährt den Vortheil, Oel zu enthalten und die Kolbenstange bei ihrer Bewegung stets zu schmieren, und zu gleicher Zeit bildet diese

Büchse eine Stopfbüchse, indem sie in die ausgebohrten Cylinder c tritt. Eine andere Stopfung wird durch die Muffen a und b gebildet, und der umgebende Cylinder d dient nur dazu, das Innere der Schmierbüchse gegen Staub und sonstige kleine Materien, die hineingelangen könnten, zu schützen.

Ueber die geneigte Stellung der Cylinder

müssen wir noch Folgendes bemerken. Sind die Cylinder im Innern des Rauchkastens angebracht, so hat ihr geneigte Stellung keinen andern Zweck, als daß alsdann die Kolbenstangen über die Vorderachsen weggehen können, wenn die Vorderräder mit den Triebrädern gekuppelt sind, und folglich denselben Durchmesser haben, als letztere.

Liegen die Cylinder aber außerhalb der Maschine, so erlangt ihre geneigte Stellung eine größere Wichtigkeit, denn, wenn sie horizontal liegen, so sind sie, wenigstens bei Rahmen, die hinter den Rädern liegen, wie es doch jetzt bei den meisten Locomotiven der Fall ist, ohne gehörige Unterstützung, wie eine Betrachtung der Fig. 1 auf Taf. XXXV deutlich zeigt.

Da aber bei Rädern, die nicht höher als 1,10 Meter oder 9½ Fuß sind, diese geringere Unterstützung der Räder nichts Nachtheiliges hat, so findet man auch an Maschinen zum Personentransport, die nur zwei Triebräder haben, häufig horizontal liegende Cylinder. Es ist dies z. B. bei allen Borsig'schen Maschinen auf der Thüringer Bahn der Fall, wogegen die von uns abgebildete, auf der Anhaltbahn, geneigt gestellte Cylinder hat. Bei den Maschinen mit äußern Rahmen, wie neuerlich einige auf der französischen Nordbahn in Betrieb gekommen sind (siehe Armengaud, Eisenbahnwesen, Hft. 7), lassen sich die Cylinder weit besser stützen und befestigen.

Bei gekuppelten Maschinen ist die horizontale Stellung der Cylinder dagegen unerläßlich, und sie hat in diesem Falle die nachstehenden Nachtheile.

Wenn die Cylinder horizontal liegen, so muß man ihre Achsen hinlänglich weit von einander entfernen um den Kuppelungsstangen zu gestatten, daß sie zwischen den Vorderrädern und den Bewegungs-Mittheilungsstücken der Triebkolben und der Haupttriebräder, bequem durchgehen können. Es ist alsdann nothwendig, daß die Kuppelungswarze der Triebräder innerhalb derer der Bewegungsmittheilung der Haupt-Bläulstange liege, welches unzweckmäßig ist und nur durch einen größern Durchmesser wiederum ausgeglichen werden kann.

Auch muß man bei horizontalen Cylindern gekuppelter Maschinen die Schieberstangen, welche die Excentrica mit den Schiebern verbinden, krümmen.

Giebt man dagegen den Cylindern eine gehörige Neigung gegen den Horizont, so erlangt man die nachstehenden Vortheile.

1) Eine unmittelbare Uebertragung der Bewegung von den Excentriken auf die senkrechten Schieber.

2) Eine Verminderung von 7 Centimeter auf jeder Seite in dem Abstande der Cylinderachsen, so daß dieselben nur 1,91 Meter auseinanderliegen, indem man die Köpfe der Kuppelstangen außerhalb der Warzen der Haupttriebräder anbringt, und indem man eine hinreichende Entfernung zwischen dem untern Schlitten des Kolbenstangenkopfes und der Peripherie läßt, die von der Kuppelungswarze der Vorderräder beschrieben wird.

3) Eine längere Unterstützung der Cylinder, die in dem Maß, als sie sich erheben, sich der senkrechten Ebene nähern können, indem sie durch die Achse der Vorderräder gehen.

Alle diese Vortheile, welche nur einige kleine theoretische und practische Nachtheile darbieten, können nur unter der Bedingung erlangt werden, daß der Kolbenlauf 60 Centimeter nicht übersteigt. Ist der Kolbenlauf länger, so nimmt die Peripherie, welche die Warze der Vorderräder beschreibt, sowie die Neigung der Cylinder zu, weil immer dieselbe Entfernung zwischen dieser Peripherie und dem untern Schlitten stattfinden muß; auch sind alsdann noch mehrere nachtheilige Einrichtungen erforderlich.

Von der Einrichtung der Schieberventile und der Cylinder bei Locomotiven, die mit Expansion arbeiten, ist, wie schon bemerkt, die Rede an einem andern Orte.

Die Kolben.

Die in den Cylindern wirkenden Kolben haben, indem wir auf Dasjenige verweisen, was schon an mehreren Orten im 1. Theile darüber gesagt worden ist, eine verschiedenartige Einrichtung, die wir hier, in Beziehung auf die Locomotiven, nochmals beschreiben müssen.

Stephenson wendet einen Kolben an, dessen Durchschnitt und vordere Ansicht in Fig. 13, Tafel XXXVIII dargestellt sind.

Er besteht gänzlich aus Bronze und aus folgenden Stücken: Aus einer Platte mit einer Verstärkung in der Mitte und mit drei Ohren, die nach den Radien des Kreises c und gleichweit von einander entfernt liegen. Auf die Platte b paßt am andern Ende des Kolbens eine andere kreisförmige Platte d, und zwar so, daß die Verstärkung in der Mitte hindurchgeht. Sie ist mittelst Schrauben, deren Muttern in den Theil b eindringen, mit diesem fest verbunden. Die Platten oder Scheiben a und d sind so abgedreht,

daß sie fast denselben Durchmesser des Cylinders haben, jedoch ohne seine Wände zu berühren. Die Kränze f, die allein gegen die Cylinderwände reiben, sind zwischen jenen beiden angebracht; sie sind 0,0127 Meter (½ Zoll) stark und bestehen aus mehreren Segmenten, die jedoch so über einander liegen, daß die Fugen mit einander nicht correspondiren; sie sind in- und auswendig abgedreht, so daß sie genau, und zwar das eine auf das andere, gegen die Cylinder passen. Diese Fugen gewähren den Vortheil, daß sie den Kränzen eine gewisse Elasticität geben, so daß, wenn sich die Fugen nach einer gewissen Zeit trennen, die Segmente in dem Maße, als sie sich abnutzen, in Folge ihres Ausdehnungsvermögens, noch fortwährend gegen den Cylinder drücken. Da aber dieses Mittel bald unzureichend und die Abnutzung zu bedeutend sein würde, als daß die Reibung des Kolbens gegen den Cylinder die Liederung vollkommen bewirken könnte, so hat man zur Vermeidung dieser Nachtheile die drei Federn r, r, r angewendet, welche auf die Segmente an zwei Puncten drücken. Durch die Mitte dieser Federn gehen drei Bolzen t, welche in die Verstärkung in der Mitte des Kolbens eingeschraubt und mit zwei Muttern versehen sind. In dem Maße, als die aufeinander reibenden Kränze sich abnutzen, ist es hinreichend, die Bolzen zu drehen, die dadurch mehr hervortreten und gegen die Federn drücken. Man schraubt sogleich die Gegenschrauben dagegen, um das Losschrauben der Bolzen zu verhindern. Will man das Nachziehen der Schrauben bewerkstelligen, so gelangt man leicht zu dem Innern des Kolbens, indem man den Cylinderdeckel losschraubt.

Fig. 14 giebt den Durchschnitt und die Ansicht von oben eines andern von Stephenson angewendeten Kolbens, der sehr wenig von dem beschriebenen

verschieden ist. Er hat, wie dieser, drei Federn, welche die Lagen r, r' und r'' haben.

Oft sind die Kolben durch zwei oder mehrere gußeiserne oder bronzene Kränze von etwa 0,0254 Meter (11½ Lin.) Stärke geliedert; dieselben sind nämlich in drei oder vier Segmente getheilt und mit Keilen versehen, die zwischen diesen Segmenten liegen und durch Federn fortwährend gegen dieselben gedrückt werden, so daß jene dicht an die Cylinderwände schließen. Von diesen Keilliederungen (Fig. 15) ist die von Jackson auf folgende Weise eingerichtet: die Liederung besteht aus Gußeisen und ist aus zwei Kränzen g, g' zusammengesetzt, wie es bei dem Stephenson'schen Kolben der Fall ist. Man sieht, daß die Breite der Kränze nicht überall gleich ist. Am breitesten Theil ist der schmiede- oder gußeiserne Keil befindlich, der die Kränze zu öffnen und gegen das Innere des Cylinders zu drücken strebt. Die platten Federn r, r dienen dazu, ihn in der Vertiefung t zu erhalten. Die Federn stützen sich gegen die an den Körper des Kolbens angegossenen Ohren o. Uebrigens wirkt der Druck auf dieselbe Weise auf die Keile, wie bei dem Stephenson'schen Kolben. Keile und Federn beider Reihen der Liederungen liegen über's Kreuz. Die Keile fangen erst dann an, nützlich zu werden, wenn die Kränze sich abnutzen; denn wenn die Liederung erst eingelegt wird, so gehen die Keile kaum in die Vertiefungen, welche für sie bestimmt sind, hinein. Die Kränze passen von selbst genau auf die Oberfläche des Cylinders. Allein die auf diese Weise eingerichteten Kolben haben einen Nachtheil, denen die Kolben mit Federn, ohne Keile, nicht unterworfen sind. Wenn nämlich, in Folge der Abnutzung der Segmente, die Keile die Cylinderwand berühren, so reiben sie dieselbe nach einer geraden Linie, in der Form von Reifen, aus, so daß dieses

System der Liederung dem mit Federn, aber ohne Keile, nachsteht, sobald die oben angedeuteten Nachtheile nicht durch sehr gute Einrichtungen vermieden werden können.

Jackson hat auch einen metallenen Kolben, jedoch mit Stopfung, angewendet, dessen horizontaler und verticaler Durchschnitt in Fig. 16 dargestellt ist. Er besteht aus Gußeisen und aus zwei Theilen, die in einander treten, a a, d d. In dem zwischen diesen beiden Theilen begriffenen Raume sind die kupfernen und gußeisernen Kränze angebracht, welche die Federn bilden, und welche zu diesem Zweck aus Segmenten bestehen, deren Fugen schief sind. Der untere Theil ist mit dem andern mittelst dreier Bolzen b verbunden, die in eine messingene Schraube treten und mittelst einer doppelten untern Schraube die Verbindung bilden. Bei x ist eine im Innern eingeschnittene Schraube vorhanden, die den Zweck hat, das eine, ebenfalls mit einem Schraubengewinde versehene Ende der Kolbenstange aufzunehmen, die aber da, wo sie in den obern Theil des Kolbens tritt, conisch ist. Zwischen die beiden gußeisernen Scheiben und die Kränze stopft man Werg, welches die Stelle der Federn ersetzen soll, diesen Zweck jedoch nur sehr unvollkommen erfüllt. Die Kolben dieser Art müssen sehr häufig auseinandergenommen werden, um die Stopfung zu ersetzen, indem dieselbe nicht lange ihre Federkraft behält.

Die englische Maschinenfabrik zu High Foundry fertigt ihre Kolben (Fig. 17) nach einem ähnlichen Modell an, wie das von Stephenson ist, nur bestehen die Scheiben und auch die Kränze aus Gußeisen, statt aus Messing; auch ist statt vier Federn nur eine vorhanden, die ihren Druck einem einzigen Keile mittheilt. Die Stange ist an dem Kolben mittelst eines Schlüssels befestigt. Der Bolzen b be-

wirkt den Druck auf die Feder mittelst einer doppelten Schraube. Die vier Ohren oder Lappen o dienen zur Verbindung der obern Platte mit der untern mittelst Bolzen. Man sieht, daß die Dicke des Kranzes, wie bei dem ersten Kolben der Jackson, ungleich ist. Der Keil tritt da ein, wo der Kranz am Stärksten ist. Die Gestalt von jenem ist in der Abbildung angegeben; der innere Theil endigt sich in zwei gerade Linien, welche die Grenze des Auseinandertretens angeben, nach welchen die Kränze ausgewechselt werden müssen, um es zu vermeiden, daß die Schärfe des Keils gegen die Cylinderwände reibe.

Die Kränze, welche die Liederung des vorliegenden Kolbens bilden, bestehen aus Gußeisen; jedoch hat man einen Nachtheil dabei bemerkt, der von der zu großen Dicke des Kranzes an der Stelle, wo sich der Keil befindet, herrührt, und der darin besteht, daß sich der minder starke Theil nach Innen zu biegt und nicht gegen die Cylinderwände drückt. Man hat den Fehler zu verbessern gesucht. Eine andere sehr wichtige an dem Kolben der High Foundry angebrachte Verbesserung besteht darin, daß die Stütze der gegen den Keil drückenden Schraube aus einem stählernen Reife o besteht, der mit dem gußeisernen Kranze concentrisch ist, so daß der ganze Druck gleichförmig auf die Peripherie vertheilt ist. Bei dem Kolben der Maschinen von Jackson dagegen war der Stützpunct nur in der Mitte des Kolbens, und es folgt daher, daß außer der von dem Kegel hervorgebrachten Wirkung des Auseinandertreibens es einen Druck in der Richtung der Schraube giebt, welche veranlaßt, daß der gußeiserne Kranz von dieser Seite weit stärker reibt, während der entgegengesetzte Theil nur eine geringe Reibung erleidet. Diesem Umstande muß man hauptsächlich den ungleichen Druck zuschreiben. Tayleur hat noch früher, als die High Foundry, die

Nothwendigkeit gefühlt, den Druck gleich zu vertheilen; statt eines Keils hat er vier auf der Peripherie angebracht, gegen welche ein durch ihren Druck aus seiner Form gebogener stählerner Ring drückt, der seine kreisrunde Gestalt wieder anzunehmen strebt.

Die Fig. 18 zeigt zwei Durchschnitte des von Bury angewendeten Kolbens. Man hat in diesen Abbildungen die Liederung als herausgenommen dargestellt, indem sie ganz der bei den vorhergehenden Kolben gleich ist. Es sind drei Federn vorhanden, deren Druck man durch Schrauben bewirkt, die ihren Stützpunct in dem Stück ab haben. Drei durch die drei Lappen o gehende Bolzen verbinden den obern Theil mit dem untern.

Bei den feststehenden Maschinen wendet man oft Kolben an, deren reibender Theil aus Hanf, statt aus einer metallenen Liederung, besteht. Jedoch ist eine solche Einrichtung weit schlechter, als die vorhergehenden, weil solche Liederungen weit öfter erneuert werden müssen und wegen der großen Festigkeit, mit welcher man den Hanf drehen und stopfen muß, damit der Kolben möglichst lange dicht sei, einen ungleichen Druck ausüben. Bei einer Locomotive, bei der die Schnelligkeit des Kolbenlaufs sehr bedeutend ist, darf eine solche Einrichtung gar nicht angewendet werden.

Der Kolbenlauf oder Kolbenhub wechselt bei verschiedenen Maschinen von 0,40 bis 0,52 Meter (15—22 Zoll). Bei den feststehenden Maschinen ist die Wirkung des Dampfs in dem Cylinder ganz dieselbe, nur liegen die Cylinder nicht, sondern stehen gewöhnlich senkrecht. Die horizontale Lage ist, wegen ungleicher Einwirkung des Kolbens auf den Cylinder, unvortheilhaft, indem er mit seinem und dem Gewichte seiner Stange darauf drückt, ihn nur auf einer Seite abnutzt und dadurch eine Biegung der Kol-

benstange veranlaßt, welche die Reibung erhöht. Da jedoch bei den Locomotiven die Kolben sehr klein und leicht sind, so ist die Abnutzung weniger sichtbar. Bei den feststehenden Maschinen dagegen, bei denen die Kolben stets einen großen Durchmesser haben, würde diese Wirkung sehr zerstörend sein.

Die Kolbenstangen.

Die Kolbenstangen haben ungefähr 0,044 Met. (20,20 Linien) Durchmesser. Sie verstärken sich an dem einen Ende kegelförmig, so daß der Durchmesser an denselben 0,05 Meter (22,94 Linien) beträgt. Mitten im Kolben, in der Mitte der Verstärkung, verbindet ein Schlüssel oder Splett, der etwa 0,0127 Meter (5 Linien) breit sein kann, den Kolben mit einer Stange, und zwar so, daß jede Bewegung vermieden wird. Das andere Ende der Kolbenstange geht durch die in dem Cylinderdeckel befindliche und schon beschriebene Stopfbüchse. Die Stange besteht aus abgedrehtem und polirtem Stahle, damit in der Stopfbüchse eine möglichst geringe Reibung entstehe. An dem obern Ende der Stange ist mittelst eines Splettes ein Muff befestigt, welcher die Stange von einer der Speisepumpen aufnimmt, die auf diese Weise in Betrieb gesetzt wird. Diese Verbindung der beiden Stangen des Dampfkolbens und der Speisepumpe ist in Fig. 20 abgebildet. Der Muff kann an verschiedenen Puncten befestigt werden, um die Einsetzung und den Betrieb der Pumpenkolben nach der Stellung des Pumpenstiefels zu erleichtern.

Verbindung der Kolben- mit der Kurbelstange.

Das dem Kolben entgegengesetzte Ende der Kolbenstange besteht aus einem doppelten Kopfe t (Fi-

gur 19), der in seiner Mitte den Kopf der Kurbelstange mittelst einer Achse von Schmiedeeisen aufnimmt, die sich in zwei stählerne Stücken oder Leitschlitten endigt, die mit äußern Rändern versehen sind und zwischen zwei stählernen Stangen oder Leitungen dd', die mittelst Bolzen an den großen Querbalken des Gestelles befestigt sind, gleiten. Jeder Kolben ist mit zwei solchen Leitungen versehen, und sie haben nebst dem Schlitten den Zweck, die Kolbenstange unveränderlich in der Achsenlinie des Cylinders zu erhalten. I (Fig. 20) ist die Kolbenstange; i der Kolben der Speisepumpe; bei h ist eine Oeffnung in der Leitung, die den Zweck hat, die Achse a aufzunehmen. Bei a' ist der Kopf zur Kurbelstange angebracht, welche die Bewegung mittheilt. Die Schlitten sind hohl, um sie zu erleichtern, und der Rand verhindert jede Veränderung ihrer Lage. Da die Oberflächen, auf denen sie gleiten, gehörig geschmiert sind, so wird der Kolbenstange ohne merklichen Kraftverlust ihre Richtung ertheilt. Die Figur 21 enthält die Details dieser Leitungen.

Zuweilen erlangt man die Richtung der Bewegung der Kolbenstange auf eine andere Weise. Die Achse a endigt zu beiden Seiten in einem viereckigen Auge von Stahl, welches zwei ebenfalls aus Stahl bestehende Stangen umfaßt, die vollkommen horizontal und steif gemacht worden sind; die Achse a erhält nun die Richtung, indem sie auf diesen beiden Stangen gleitet.

Von mehreren Maschinenbauern sind auch noch andere Mittel angewendet, die jedoch sämmtlich auf die in Fig. 21 dargestellte Vorrichtung zurückkommen.

Die Kurbelstangen.

Die eiserne Kurbelstange ist auf der einen Seite mit der Kolbenstange und auf der andern mit der Kurbelwelle verbunden (Fig. 22). Ihr Kopf und der der Kolbenstange haben eine ähnliche Einrichtung, nur ist, wie Figur 20 zeigt, letztere doppelt. Die Beschaffenheit dieser Köpfe ist fast bei allen Maschinen dieselbe; Figur 22 giebt davon einen Durchschnitt durch die Mitte, nach einer parallel mit der Achse der Maschine laufenden Ebene.

Die leitende Welle a ist oft in ihrer Mitte kugelförmig (Fig. 26), um eine Bewegung nach allen Richtungen zu gestatten, indem auf diese Verbindungen Drehungen einwirken, die durch die ungleichen Neigungen, welche die unvollkommene Legung der Bahn an der Kurbelachse veranlaßt, hervorgebracht werden. Auf diesem Theile reibt das Auge o; es ist daher mit einer, aus zwei Theilen bestehenden, bronzenen Pfanne b versehen, um die Reibung zu vermindern. Ein eiserner Bügel o umgiebt den obern Theil der Pfanne und vereinigt sie mit der Kurbelstange mittelst Keil und Lösekeil d auf die gewöhnliche Weise. Das keilförmig gestaltete Stück e dient zur Näherung der beiden Hälften der Pfanne, wenn sie sich abnutzen, weßhalb zwischen denselben ein kleiner Raum i gelassen ist. Die Pfanne geht über die beiden Flächen des Kopfes hinaus und ist mit äußern Rändern versehen, die es verhindern, daß sie sich verrücke. Bei g sind in dem Kopfe der Kurbelstange zwei Löcher angebracht, die kleine Druckschrauben aufnehmen, um die Keile auf ihren Stellen festzuhalten.

Die Keile, welche schon durch die Schrauben g festgehalten werden, sind außerdem noch in der Mitte

gespalten, so daß man Keile hineintreiben kann, welche durch Stifte h festgehalten werden.

Die Fig. 23, die sich selbst erklärt, giebt eine andere Zusammensetzung des Kurbelstangenkopfs, mit seiner Schmierbüchse k, an. Die Zusammendrückung der Pfannen, wenn sie sich abnutzen, wird mittelst des Keils o bewirkt, der, indem er gegen den Lösekeil d' drückt, den Bügel c niederdrückt und den obern Theil b der Pfanne anzieht. Diese Einrichtung hat das Nachtheilige, den Mittelpunct o von seiner Stelle zu rücken, wenn sich die Pfannen durch die Reibung abnutzen. Bei dem Kurbelstangenkopfe (Fig. 22) wird der Mittelpunct auch aus seiner Stelle gerückt; der einzige Unterschied besteht darin, daß sich hier die Kurbelstange verlängert, während sie sich in dem Falle von Fig. 23 verkürzt; allein ein Vorzug des Kurbelstangenkopfs (Fig. 22) ist der, daß die Verbindung des Bügels unabhängig von dem Keil ist, welcher dies Zusammentreiben der Pfannen bewirkt.

Die Vereinigung der Kolbenstange mit ihrem Kopfe geschieht mittelst einer Dille, die daran mit Keilen befestigt ist (Fig. 21 und 26). Bei A wird die Kurbelstange angebracht. Die Druckschrauben g haben den Zweck, auf die Keile zu wirken, damit sie nicht herausgehen können.

Figur 24 giebt die Einrichtung der Schmierbüchse an.

Die aufgeschraubte Röhre t ist mit einem baumwollenen Dochte versehen, welcher das Oel auf dem Boden der Büchse aufnimmt und es durch eine heberartige und Capillarwirkung auf das zu schmierende Stück führt.

Der Kurbelstangenkopf, der sich mit der Kurbel- oder Triebradachse verbindet, hat folgende Einrichtung (Fig. 25). Man sieht, daß sie sehr wenig von der des andern verschieden ist; nur ist das Mittel, um

die Pfanne an die Triebradachse anzutreiben, sicherer und regelmäßiger, da es hinreicht, die Schraube b anzuziehen und die Schraube b' zu lösen. Der auf die Fläche a ausgeübte Druck pflanzt sich auf c fort, welche einen Widerstand leistet und die Pfanne b nöthigt, mehr in den leeren Raum zu treten, der den Zweck hat, die beiden Theile, welche sich mit der Triebradachse vereinigen, aufzunehmen und einander zu nähern.

Jedoch ist diese Art von Keilen nicht ohne Nachtheile; da der Durchmesser des mit einem Schraubengewinde versehenen Theils nothwendig die Stärke des Theils haben muß, so zerreißt er dort sehr oft, weßhalb man sich wohl hüten muß, die Anwendung der Druckschrauben zu vernachlässigen.

Es ist wichtig, daß bei allen den Stücken, welche die Bewegung fortpflanzen, die von Achse zu Achse gegebene Entfernung unveränderlich sei, weil die Maschinenbauer, um ihre Maschinen leicht und nicht zu voluminös zu machen, nur den genau zur Bewegung eines jeden Stückes erforderlichen Platz lassen. Veränderte sich nun die Entfernung der Achsen, entweder durch eine Verlängerung der Kurbelstange, oder auf eine andere Weise, so würde der Kolben bei seiner Bewegung den Cylinderdeckel berühren, wenn er das Ende seines Laufes erreicht hätte. Man kann diese constante Länge der Kurbelstange nicht anders erlangen, als wenn man die Pfannen, in dem Maße, als sie durch Abnutzung an Stärke verlieren, vorwärts keilt.

Der von Sharp und Roberts angenommene Kurbelstangenkopf ist dem der andern Maschinenbauer weit vorzuziehen und verdient daher eine detaillirte Beschreibung (Fig. 27).

Der Bügel ist mit dem Körper der Kurbelstange durch die beiden schwalbenschwanzartig geformten

Stücke x, durch welche der Bolzen y geht, verbunden. Das Antreiben wird durch den Keil o bewirkt, den drei Druckschrauben festhalten. Man sieht, daß die Mechaniker alle nöthigen Vorsichtsmaßregeln genommen haben, so daß der Bügel nicht von der Kurbelstange losgehen kann, und daß sie beide Stücke so miteinander verbunden haben, als wenn sie einen Körper bildeten. Die Trennung des Bügels von der Kurbelstange kommt oft genug vor, wenn diese Stücke nur durch Keile verbunden sind, besonders dann, wenn der die Locomotive führende Maschinist sie nicht gehörig zusammengetrieben erhält. Es entstehen daraus sehr böse Anfälle; denn da der Kolben alsdann frei ist, so stößt er mit der ganzen, ihm von dem Dampfe mitgetheilten Geschwindigkeit gegen den Cylinderboden, so daß der Kolben, die Deckel und der Cylinder selbst zerbrochen werden können. Auf diese Weise sind, durch das Herausfallen des Keils und dann der Kurbelstange selbst, der Kolben einer Maschine von Jackson und die Cylinder zweier Maschinen von Tayleur (auf der Paris-Versailler Bahn) zerbrochen. Ein anderer Vorzug dieser Kurbelstange ist der, daß, da die äußere Pfanne quadratisch ist, die Keile, welche man dahinter zu setzen genöthigt ist, in dem Maße, als sich jene abnutzt, besser halten, und daß sich die Pfanne in dem Bügel nicht drehen kann.

An der Vereinigung des Kurbelstangenkopfs mit der Triebradachse ist der Reibungszapfen kugelförmig, wie der am obern Ende, um die Kurbelstange bei den Drehungsbewegungen, von denen weiter oben die Rede gewesen ist, zu unterstützen.

Die Kurbel- oder Triebradachse.

Sie besteht aus einem einzigen Stück ausgeschweißten Schmiedeeisens, d. h., das Stück wird aus

starken Stäben zusammengelegt, die ausgeschweißt und dann ausgeschmiedet werden. Sie ist etwa 2 Meter (6 Fuß) lang, 0,12 bis 0,13 Meter ($4\frac{1}{2}$ bis 5 Zoll) stark und cylindrisch. Die Kröpfungen oder Kurbeln, auf denen die beiden Kurbelstangen befestigt sind, von denen jede einem Kolben entspricht, sind etwa 0,20 bis 0,23 Meter ($7\frac{1}{2}$ bis $8\frac{1}{2}$ Zoll) lang und machen einen rechten Winkel zu einander. An den Enden sind die Räder so festgekeilt, daß sie sich zu gleicher Zeit, und in derselben Richtung, wie die Achse bewegen. Hinter den Rädern wird der Durchmesser der Achse geringer, so daß die beiden Enden auf eine Länge von etwa 0,12 Meter ($4\frac{1}{2}$ Zoll) bis auf eine Stärke von 0,11 Meter ($4\frac{1}{4}$ Zoll) reducirt werden und einen Hals bilden. Diese Theile oder Spindeln drehen sich in bronzenen Büchsen, auf denen die Maschine ruht. Die Triebradachse ist auf ihrer ganzen Länge abgedreht.

In dem Augenblicke, wo der Kolben die Einwirkung des Dampfes auf der einen Seite erhält, trägt er diesen Druck auf die Kurbelachse mittelst seiner und der Kurbelstange über. Da nun der Kolben ungefähr 0,30 Meter Durchmesser hat, so beträgt seine Oberfläche 0,07 Quadratmeter; und da der Druck 3,90 Kilogr. auf das Quadratmeter ausmacht, so wird der auf den Kolben ausgeübte Druck mit 2,730 Kilogr. ausgedrückt. Da nun die Cylinder und die Triebradachse in einer unveränderlichen und festen Stellung erhalten werden, so wird die Kraft, welche sie zu nähern oder zu entfernen sucht, gänzlich zum Drehen der Achse und der Räder angewendet, welches die Ortsveränderung hervorbringt. Die gegenseitige rechtwinkliche Stellung der Kurbeln reicht übrigens hin, um die todten Puncte vorübergehen zu lassen, d. h., daß in dem Augenblick, in welchem die Kurbel horizontal und in der Verlängerung der

der Achse des Kolbens von dem einen Cylinder liegt, die andere senkrecht auf der Achsenlinie des andern Cylinders steht und alsdann in einer bessern Stellung zur Aufnahme der Bewegung befindlich ist.

Die verschiedenen Lagen, welche die Kurbelstangen anzunehmen genöthigt sind, veranlassen eine Reibung des Schlittens von dem Kolben auf die Leitungen, während jene eine schiefe ist; denn die horizontale Reibung ist eine fast unmerkliche, da sie nur von dem Gewichte der Kurbelstange hervorgebracht wird. Man muß sie, zur Verminderung dieser Reibung so lang, als möglich machen, denn je bedeutender ihre Länge ist, um so kleiner ist auch der Winkel, den sie mit dem Horizonte machen, und um so weniger stark sind auch die Reibungen.

Die ortsverändernde Bewegung der Maschine.

Die Verrückung oder Ortsveränderung der Maschine, welche aus der Wirkung des Dampfes, die der Triebachse mitgetheilt wird, erfolgt, würde, ohne die Adhäsion der Räder an den Schienen, nicht stattfinden können. Diese Adhäsion ist dem Gewichte der Maschine proportional und ein Bruch dieses Gewichts. Ist das fortzuschaffende Gewicht höher, als dieser Bruch, so ist die Adhäsion überwunden; es wird keine Locomotion hervorgebracht, und die Räder drehen sich auf den Schienen ohne ortsverändernde Bewegung. Wir müssen übrigens bemerken, daß eine solche Wirkung in der Praxis nur selten vorkommt, und daß die Adhäsion fast immer hinreicht. Ist es zuweilen der Fall, daß die Räder sich ohne Weitergehen um sich selbst drehen, so geschieht dies nur dann, wenn der Zug in Bewegung gesetzt wird, weil man alsdann dessen Trägheit zu überwinden hat. Das Mittel zur Vermeidung dieses Nachtheils besteht in der

Verringerung der Regulatoröffnung, wodurch der Druck auf den Kolben vermindert wird. Zuweilen wendet man das folgende Mittel an, um das Convoi in Bewegung zu setzen, sobald man fürchtet, daß die Kraft der Maschine nicht sehr beträchtlich sei. Man bringt die Wagen sämmtlich ganz nahe aneinander, so daß die Verbindungsketten nicht gespannt sind und die Maschine, um sich in Zug zu setzen, nur die Trägheit eines jeden Wagens, eines nach dem andern, zu überwinden hat, so daß sie schon im gehörigen Betriebe, wenn das ganze zu transportirende Gewicht mit ihr verbunden ist. Die Adhäsion der Räder ist nicht immer gleich; sie ist am größten, wenn die Schienen recht rein und wenn sie entweder ganz trocken oder ganz naß; sie ist geringer, wenn die Schienen beschmutzt und etwas feucht sind.

Man hat gefunden, daß die Adhäsion der Räder an den Schienen ungefähr ein Siebentel von dem Gewichte beträgt, welches sie tragen, wenn die Schienen im gutem Zustande sind, und daß sie, nach Stephenson, in der Praxis zwischen dieser Grenze und $\frac{1}{10}$ oder $\frac{1}{12}$ wechselt. Das stets sehr bedeutende, auf die Triebräder wirkende, Gewicht wird durch die Gestalt der Maschine bedingt; es ist auch erforderlich, um eine Adhäsion im Verhältnisse mit dem höchsten Dampfdrucke hervorzubringen. Auch müssen alle Maschinen, die mit einem wirklichen Dampfdrucke von vier Atmosphären arbeiten, eine Adhäsion von $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{7}$ haben, damit die Räder nicht gleiten.

Als man die ersten Locomotiven anfertigte, glaubte man, daß die Adhäsion der Schienen nicht hinreichend sei, um sie in Gang zu setzen, und man wendete mehrere Mittel an, um die Rotationsbewegung in eine geradlinigte fortlaufende zu verwandeln. Es bestanden dieselben zuvörderst in Hebeln, die sich, wie zwei Beine, hinter der Maschine bewegten; alsdann

bediente man sich an der Triebachse festsitzender Zahnräder, die sich auf einer Kette ohne Ende oder auf Zahnstangen bewegten.

Bei den Maschinen, die zum Transport von Kaufmannsgütern angewendet werden, kuppelt man zwei Räder auf jeder Seite durch Kurbelstangen, die mit bronzenen Pfannen versehen sind, aneinander. Auf diese Weise erhalten zwei Achsen die Bewegung der Kolben mitgetheilt, und die Adhäsion ist um so beträchtlicher, weil sie eine Folge des Gewichtes ist, und weil die vier Triebräder fast das ganze Gewicht der Maschine, während bei den Maschinen zum Personentransporte die beiden Triebräder etwas weniger, als die Hälfte von dem Gewichte der Maschine, tragen. Wenn die Räder mit einander zusammengekuppelt sind, so müssen die Cylinder eine geneigte Lage haben, damit die Kolbenstange unter der Vorderachse durchgehe; auch müssen die Räder genau gleichen Durchmesser haben, weil sonst der, von dem einen Rade bei jedem Umgange desselben durchlaufene Raum nicht gleich dem, von dem andern Rade durchlaufenen Raume sein könnte und daher ein Gleiten auf den Schienen erfolgen würde. Diese Bedingung der Gleichheit des Durchmessers ist nur schwer auf eine vollkommen scharfe Weise zu erfüllen, indem durch die Reibung die beiden Räder abgenutzt werden, besonders wegen der ungleichen Härten des Eisens, aus welchem sie angefertigt sind. Auch sind die Kurbelstangen sehr heftigen Stößen unterworfen und zerbrechen, entweder durch Abnutzung oder durch Biegen, häufig. Der Bruch einer Kurbelstange hat zuweilen das Nachtheilige, daß die Maschine aus den Schienen springt, indem sie sich auf der Bahn feststellt. Man hat daher auch durch eine anderweitige Vereinigung der vier Räder die Adhäsion zu vermehren gesucht. Das angewendete Mittel bestand darin, zwischen den

beiden Triebrädern eine Rolle anzubringen, die mit Hülfe eines Kolbens, der in seinem Cylinder den Druck des Dampfes in dem Kessel erhält, tangentiell gehalten wird. Die von dieser Rolle auf die beiden Räder ausgeübte Reibung verbindet sie mit einander, so daß der Motor sie gleich auf beide Räderpaare ausübt und die Adhäsion das Product des ganzen Gewichts der Maschine ist, statt nur das von der Hälfte zu sein, wie es in dem Falle geschieht, wenn nur zwei Räder den Betrieb bewirken. Um das Gleiten der Triebräder auf den Schienen bei feuchtem Wetter zu verhindern, soll Kreide ein sehr gutes Mittel sein. Dieselbe wird in der Form eines viereckigen Blockes geschnitten und in eine senkrechte Röhre mit offenem Boden gebracht, die an dem Rande der Räder angebracht ist. Mittelst eines einfachen Mechanismus kann dieser Apparat so eingerichtet werden, daß die Kreide nur dann in Berührung mit dem Rade kommt, wenn der Zustand der Schieber eine größere Adhäsion erfordert.

Der Hauptunterschied zwischen den Maschinen zum Personen- und Waarentransporte besteht, wie man sieht, in der Erhöhung der Adhäsion, die man den Maschinen zu geben sucht, damit das fortgeschaffte Gewicht verstärkt werden könne, ohne daß die Räder auf den Schienen gleiten.

Man hat es versucht, die Anwendung der Kurbelachsen zu vermeiden, da sie wegen der Vollkommenheit, mit der sie angefertigt werden müssen, um den starken Zug und Druck ertragen zu können, sehr viel kosten. Man hat daher die Cylinder außerhalb der Rauchkammer an dem Gestell angebracht, wodurch freilich eine Dampfverdichtung veranlaßt und die Kraft der Maschine etwas vermindert wird. Eine solche Einrichtung haben jetzt viele Locomotiven, besonders auch auf kurzen Bahnen, um Platz unter der Ma-

schine zu gewinnen, der zur Aufbewahrung von Brenn=material und Wasser benutzt wird, so daß kein besonderer Tender erforderlich ist.

Die Schieber und ihre Bewegung.

Wir haben bemerkt, daß die hin= und hergehende Bewegung des Kolbens durch die Vertheilung des Dampfes auf die Vorder= und Hinterseite des Kolbens hervorgebracht wird. Die Vertheilung selbst ist die Folge einer den Schieberventilen mitgetheilten hin= und hergehenden Bewegung. Diese Bewegung wird mit Hülfe eines Apparates hervorgebracht, den wir das Excentricum oder die excentrische Scheibe nennen, welches auf der Triebradachse angebracht ist und an ihrer rotirenden Bewegung Theil nimmt. Der Apparat (Fig. 38) hat nicht denselben Mittelpunct wie die Triebradachse. Der Mittelpunct von dieser ist o, der der excentrischen Scheibe o', und die Entfernung zwischen o und o' ist die sogenannte Excentricität. Die beiden Theile b und c bestehen aus Gußeisen; sie sind kreisrund und mittelst zweier Bolzen und Keile d, d mit einander verbunden. Die Scheibe ist mit einer Kehle versehen, die von zwei halben, kreisrunden, messingenen Bügeln f, f', einem sogenannten Halse, umgeben sind, deren Verbindung durch Schraubenbolzen und Lappen bewirkt worden ist. Die Bolzenlöcher nehmen die Stangen g, g' auf, welche mit einem Hebel in Verbindung stehen, der die Schieberstange führt. Auf diese Weise läßt die kreisförmige Bewegung der Triebradachse den großen Halbmesser der excentrischen Scheibe zweimal nach der Achse der Zugstange durchgehen und giebt den Schiebern folglich zweimal die äußerste Lage, indem sie die Rotationsbewegung in eine hin= und hergehende verwandelt. — Die vier äußersten Stellungen des Schiebers sind in

den Figuren 29 und 30 dargestellt. Die Stellung a a' entspricht dem Moment, in welchem der große Radius des Excentricums horizontal vor der Kurbelachse liegt, wenn die Fortpflanzung der Bewegung mittelst einer Zwischenachse mit einem festen Puncte erfolgt, wie es die Fig. 30 zeigt. Die zweite Stellung der Schieber b b' entspricht einer senkrechten Stellung der großen Achse des Excentricums, wobei die Kurbel horizontal ist. Die dritte Stellung c c' entspricht einer neuen horizontalen Stellung des Excentricums. In der vierten Stellung der Schieber endlich führt sie das Excentricum nach b b' zurück, wie in der zweiten, und die Stellung des Excentricums, so wie der Kurbel, ist in d, d' gegeben (Fig. 30) *).

Betrachtet man jetzt die von der Kolbenstange bei jeder halben Umdrehung der Kurbel durchlaufenen Wege, so macht man die folgenden Bemerkungen (Fig. 31).

Wenn die Kurbel horizontal steht, z. B. in o a, so ist der Kolben am Ende seines Laufes; während der Bewegung der Kurbel von o a nach o c durchläuft der Kolben fast die Hälfte, oder, genau genommen, $\frac{11}{20}$ seines Laufes. Endlich, wenn die Kurbel den zweiten Quadranten durchläuft und wenn er die Stellung o e erreicht, so vollendet der Kolben die zweite Hälfte, oder vielmehr $\frac{9}{20}$ seines Laufes und geht zum andern Ende des Cylinders. Dieselbe Wirkung, jedoch in

*) Wenn wir von dem Voranseilen der Schieber reden, so werden wir sehen, daß sich bei der Achse des Excentricums die horizontale und die verticale Stellung nicht völlig entsprechen.

entgegengesetzter Richtung, wird hervorgebracht, während die Kurbel die untere halbe Peripherie durchläuft und in die Stellung o a zurückgelangt. Man kann daher folgern, daß, während die Kurbel von Horizontale zu Horizontale übergeht, der Kolben einen ganzen Lauf macht, indem er in einer gewissen Richtung geht, nach Hinten zu, wenn sich die Kurbel von o a nach o e dreht, und nach vorn, wenn sie von o e nach o a übergeht.

Wenn dagegen die Kurbel in o c vertical steht, so ist der Kolben fast in der Mitte seines Laufes, und indem die Kurbel in die horizontale Stellung o e übergeht, führt sie jenen an's Ende des Cylinders. Kommt sie dagegen in die senkrechte Stellung o c', so bringt sie den Kolben fast in die Mitte seines Laufs zurück, jedoch mit einer der ersten entgegengesetzten Bewegung. Die Wirkung ist symmetrisch und umgekehrt für die andere halbe Peripherie. Auf diese Weise läßt die Kurbel, indem sie von einer Senkrechten zu der andern übergeht, den Kolben zwei Hälften seines Laufes in zwei entgegengesetzten Richtungen durchlaufen, indem die durchlaufenen Entfernungen in beiden Fällen gleich sind. Verfolgt man dieselbe Ideenreihe, so wird man dieselben Beobachtungen über die Bewegungen der Schieber, im Verhältnisse zu denen des Kolbens, machen. Wenn die Excentricität wirklich senkrecht auf der Kurbelachse steht, so wird, wenn diese letztere horizontal ist und sich bestreben wird, den Kolben die kleinsten Räume in denselben Zeiträumen durchlaufen zu lassen, die Achse des Excentricums senkrecht stehen. Sie wird sich alsdann bestreben, die Schieber die größten Räume durchlaufen zu lassen, so daß, während die Kurbel aus der Stellung o a in die Stellung o e gelangt und den Kolben einen ganzen Lauf vollenden läßt, indem sie von Horizontale zu Horizontale geht, das Excentri-

rum von einer in die andere Senkrechte übergehen und den Schieber zwei halbe Läufe, den einen nach Vorwärts, den andern nach Rückwärts, vollenden lassen wird. Oder während die Kurbel den ersten Quadranten o a c durchläuft, nehmen die von den Kolben durchlaufenen Entfernungen zu; und während zu gleicher Zeit die excentrische Scheibe den Quadranten o f h durchläuft, vermindern sich die von dem Schieber durchlaufenen Entfernungen, so daß die größten Geschwindigkeiten des Kolbens den geringsten Geschwindigkeiten der Schieber entsprechen.

Da die größte Geschwindigkeit des Kolbens dann stattfindet, wenn seine Kurbel senkrecht steht, so wird dies der Augenblick sein, in welchem das Excentricum horizontal steht und den Schieber am langsamsten führen wird; allein da der Schieber schon den größten Theil seines Laufes vollendet haben und die Einströmungsöffnung fast ganz offen sein wird, so ist es auch von Wichtigkeit, daß er so bleibt, damit die Geschwindigkeit, welche der Dampf in dem Theile der Oeffnung erlangt, die mit der Dampfkammer in Verbindung steht, hinreiche, um in dem Cylinder den Druck des Kessels wieder herzustellen.

Resümiren wir jetzt die relativen Bewegungen des Kolbens und der Schieber.

Eine excentrische Scheibe und eine Kurbel, die rechtwinklich auf einer Achse angebracht worden sind, veranlassen zwei verschiedene geradlinigte Bewegungen. Indem die Kurbel von einer Horizontalen zu der andern übergeht, theilt sie dem Kolben eine geradlinigte Bewegung in derselben Richtung mit, und in demselben Augenblicke veranlaßt das Excentricum, indem es von der Senkrechten zur Senkrechten übergeht, an den Schiebern zwei geradlinigte Bewegungen nach zwei entgegengesetzten Richtungen.

Während der Kolben die erstere dieser Bewegun-

gen vollendet, vollbringt der Schieber die beiden anderen; er geht und kommt auf sich selbst zurück; die Oeffnung, die er entblößte, wird darauf wieder nach und nach bedeckt.

Wenn dagegen der Kolben zwei halbe Kreise in entgegengesetzter Richtung zurücklegt, so machen die Schieber eine geradlinigte Bewegung in derselben Richtung.

Endlich nehmen die Bewegungen des Schiebers ab, während die des Kolbens steigen, und umgekehrt.

Die Bewegungen der Kurbel.

Wir wollen nun zeigen, daß das Maximum des von der Kolbenstange zurückgelegten Weges dem Minimum von dem, welchen die Schieber gemacht haben, entspricht. Man kann sich übrigens davon Rechenschaft durch die geometrische Figur geben, welche die relativen Stellungen dieser beiden Apparate während einer halben Umdrehung der Kurbel nachweis't; auch ist es klar, daß sich diese Stellungen, jedoch in umgekehrter Richtung, bei der andern halben Umdrehung wiederholen.

Wir wollen annehmen, die Kurbel befinde sich in der Stelle o a (Fig. [illegible]), wie es bei o a' die Länge der Kurbelstange. Wenn die Kurbel nach o b gelangt ist, so nimmt die Kurbelstange die Stellung b b' ein, und die von der Triebachse durchlaufene Entfernung ist der Entfernung a' b' proportional. Wenn die Kurbel in o c steht, so hat die Kurbelstange die Stellung c c' angenommen, und die durchlaufene Entfernung ist der geraden Linie a' c' proportional. Man erkennt aus den Linien [illegible] daß die durchlaufenen Entfernungen zunehmen [illegible] es ist klar, daß sich diese Progression auf [illegible]

nehmen ließe; wenn wir, statt nur drei Stellungen, eine unendliche Anzahl derselben annähmen, und wenn diese Entfernungen in sehr kleinen Abstufungen von einander verschieden wären. Auf gleiche Weise würde man erkennen, daß, während die Kurbel nach und nach durch die Stellungen o c, o d, o e geht, die Kurbelstange die geradlinigten Bewegungen c c', d d', e e' macht, und daß die durchlaufenen Entfernungen den geraden Linien c' d', d' e proportional sind, die, wie man sieht, abnehmen.

Wenn demnach die Kurbel von der Horizontalen zur Senkrechten übergeht, so nehmen die von dem Kolben durchlaufenen Entfernnngen zu; geht sie aber dagegen von der Senkrechten zur Horizontalen über, so läßt die Kurbel den Kolben sich vermindernde Entfernungen durchlaufen, so daß die senkrechte Stellung der Kurbel dem größten vom Kolben durchlaufenen und die horizontale Stellung dem kleinsten Raume entspricht.

Was nun das Excentricum betrifft, so nehmen wir an, daß sein Mittelpunct in f, und daß die Verbindungsstange an diesem Puncte angebracht sei, welches genau dasselbe ist, als wenn man die Stellung des Excentricums selbst veränderte. Während nun die Kurbel horizontal steht, hat der große Halbmesser des Excentricums eine senkrechte Stellung angenommen, so daß wir die kleine Abweichung außer Acht lassen, welche es vorwärts nehmen muß, um das Voreilen des Schiebers zu bilden; alsdann wird die Verbindungsstange nach der geraden Linie f f' liegen. Der Stellung o b der Kurbel entspricht die des großen Halbmessers von dem Excentricum o g, und die Verbindungsstange liegt in g g'; die von dem Schieber durchlaufene Entfernung ist f' g' oder f'' g'' proportional, oder gleich der Projection f''' g'''. Steht die Kurbel in c, so befindet sich die

excentrische Scheibe in o b, die Verbindungsstange in h h,' und die von dem Schieber durchlaufene Entfernung ist g', h' oder g'' r' zusammen, oder g'' h''' gleich. Endlich wenn die Kurbel den Viertelkreis o c e durchläuft, so kommt [illegible] das Excentrum durch den Viertelkreis o h i, und die äußersten Puncte der Verbindungsstange gehen von Neuem durch die Puncte h' g' f. Man sieht daher ganz deutlich und durch die Figur selbst, daß, während die von der Kolbenstange durchlaufenen Räume zunehmen, die von der Schieberstange durchlaufenen abnehmen, und in demselben Verhältnisse wachsen, so daß, wenn die Kurbelachse und die Achse des Excentrums einen rechten Winkel machen, der Raum von dem einen durchlaufenen Raume dem größten von dem andern durchlaufenen entspricht und umgekehrt.

Dieser entgegengesetzte Gang, bei dem wir uns so lange aufgehalten haben, wird, wie schon bemerkt, durch die Nothwendigkeit begründet, die Vertheilung rasch zu wechseln, wenn der Kolben zu dem todten Puncte gelangt und die Bewegung wechselt, und im Gegentheile den Schieber fast unbeweglich und die Oeffnungen so groß als möglich zu lassen, wenn der Kolben sehr stark wirkt und mit der größten Geschwindigkeit geht*).

---

*) Wenn der Druck auf den Kolben constant ist, so steht die bewegende Wirksamkeit im Verhältnisse zu dem durchlaufenen Raume, oder zu der Geschwindigkeit; je größer also diese vereinigte Geschwindigkeit ist, um so wirksamer wird auch die Zugkraft der Räder sein.

Die relativen Bewegungen der beiden Kurbeln und der beiden Excentrica.

Wir wollen jetzt die relative Stellung, welche die beiden Kurbeln und die beiden excentrischen Scheiben annehmen, untersuchen (Fig. 32), nachdem wir gesehen haben, wie sich eine der letztern und ihre Kurbel, die eine im Verhältnisse zur andern, verhalten (Fig. 31). A und B geben die relativen Stellungen der beiden Kurbeln, und A′ und B′ zeigen die relativen Lagen der beiden Excentrica. Das Excentricum der Fig. A′ entspricht der Kurbel A und das der Fig. B′ der Kurbel B. Uebrigens lernt man diese relativen Bewegungen hinreichend durch die Figuren kennen. Wir haben schon bemerkt, und es ist auch eine bekannte Sache, daß eine Kurbel keine gleichförmige Bewegung überträgt; sie geht durch todte Puncte, und bei den feststehenden Maschinen überwindet man sie nur mit Hülfe eines Schwungrades. Sind aber auf einer Achse zwei Kurbeln angebracht, so stellt man sie so, daß sie einen rechten Winkel zu einander bilden, damit, wenn die eine durch das Minimum ihrer Geschwindigkeit geht, die andere das Maximum passirt; allein man würde sich irren, wollte man annehmen, daß auf diese Weise die Bewegung gleichartig gemacht worden sei. Es giebt einen Augenblick, in welchem die Geschwindigkeit in ihrem Maximum befindlich ist, und dies ist dann der Fall, wenn die beiden Kurbeln einen Winkel von 45° mit dem Horizonte machen. Es seien O A und O B (Fig. 7, Taf. XXXIX) die beiden, im rechten Winkel zu einander stehenden Kurbeln, so wird die Stellung O A′, O B′ dem größten durchlaufenen Raume entsprechen. Wirklich können die von jeder Kurbel durchlaufenen Entfernungen von den Projectionen ihres Radius auf der Horizontalen dargestellt werden; demnach werden die von den beiden Kurbeln O A′, O B′ durchlau-

fenen Entfernungen gleich dem Zweifachen von der geraden Linie O C sein. Nun weiß man aber, daß, wenn die gerade Linie O A' bei 45° ist, die beiden Winkel O A' C und C O A' gleich sind; es sind demnach auch die Seiten O C und C A' gleich. Es genügt daher, auch zu zeigen, daß A' B' größer als die Summe der Projectionen beider Kurbeln, in welcher andern Stellung sie sich auch befinden, seien. Zuvörderst ist dies klar in dem Falle, in welchem die eine horizontal und die andere vertical ist; denn alsdann ist die Summe der Projectionen gleich dem Halbmesser, und es ist klar, daß in dem Dreieck O C A' die Summe der beiden Seiten O C, C A' größer, als die dritte ist. Nehmen wir eine Stellung, welche wir wollen, O A'', O B'', so ist die Summe der beiden Projectionen oder der durchlaufene Weg O D, O E kleiner als A' B'. Wirklich ist O E = A'' D und O D = E B'', man verbinde die Puncte A'' mit B, A'' B'' = A' B'; und es ist übrigens offenbar, daß die beiden schiefen Linien A'' i + B'' i größer sind, als die beiden Senkrechten auf derselben geraden Linie B'' E + A'' D. Es ist daher gethan, daß die Stellung O A' O B, der beiden Kurbeln das Maximum der mit den sie führenden geradlinigten horizontalen Stangen durchlaufenen Wege giebt.

Es ist, weil die Summe der Projectionen O D, O E größer als der Radius ist, unter Anderm offenbar, daß in der horizontalen und senkrechten Stellung der beiden Kurbeln die Summe der durchlaufenen Entfernungen das Maximum ist. Die Geschwindigkeiten gehen von diesem Maximum zu dem Minimum durch unmerkliche Grade über.

Diese Veränderung der Geschwindigkeit veranlaßt, daß die Maschine plötzliche Stöße und einen unregelmäßigen Gang erleidet, die besonders bemerkbar

sind, wenn sich die Maschine in Betrieb setzt; allein da das fortbewegte Gewicht bedeutend ist, so bildet es eine Art Schwungrad und gleicht die Bewegung vollständig aus.

Was nun die relativen Geschwindigkeiten der beiden Kurbeln und der beiden Excentrica betrifft, so sind sie genau dieselben, welche wir für eine Kurbel und ihre excentrische Scheibe beobachtet haben.

Sowie die langsamen Bewegungen der Schieber den schnellen Bewegungen der Kolben entsprechen, ebenso entsprechen auch die großen Geschwindigkeiten des einen Kolbens den langsamen Bewegungen des andern, und umgekehrt für die Excentrica.

Das Voraneilen des Schiebers.

Wir haben vorher bemerkt, daß am todten Puncte der Kurbel, d. h., wenn ihr Halbmesser mit der Achse des Cylinders zusammenfällt, die Schieber in der Mitte ihres Laufs befindlich sein, und daß folglich das Excentricum rechtwinklich auf die Achsenlinie der Excentricumstange gekeilt werden müsse. Bei den Locomotiven hat man aber die Nothwendigkeit erkannt, von dieser Regel abzuweichen, indem man dem Excentricum-Halbmesser etwas nach vorn zu neigt, so daß am todten Puncte der Schieber die Mitte des Laufes schon überstiegen hat. Die Größe, um die er den Mittelpunct übersteigt, nennt man das Voraneilen des Schiebers.

Der Zweck dieser Abänderungen ist der, die Kraft der Maschinen zu erhöhen, indem sie dadurch befähigt werden, dieselben Wagenzüge mit größerer Geschwindigkeit zu führen.

Betrachtet man einen Zug im Augenblicke des Abgangs, oder auf einem Puncte der Eisenbahn, wo der ganze Druck des Dampfes angewendet werden

muß, und wo er folglich sehr langsam geht, so bestehen die Wirkungen des Voreilens von dem Schieber darin, die Kraft der Maschine zu vermindern. Allein dieser Fall ist ganz und gar eine Ausnahme, es ist gewissermaßen nur eine Gleichgewichtsstellung. Man muß die Maschinen im Betriebe und in ihrer Normalgeschwindigkeit, man muß sie mit einer verminderten Pressung auf die Cylinder betrachten, und wenn es alsdann bewiesen ist, daß mit demselben Convoi dieselbe Maschine eine weit größere Geschwindigkeit erlangt, wenn der Schieber voraneilt, so ist es klar, daß ihre Kraft vermehrt ist, und daß sie mit derselben Geschwindigkeit, als vorher, eine bei weitem beträchtlichere Last zu ziehen vermag.

Das Voraneilen des Schiebers wird fast ausschließlich bei den Maschinen zum Ziehen der Personenzüge angewendet, die eine Geschwindigkeit von 8 Lieues und selbst von 10, 12 und 15 Lieues in der Stunde erlangen müssen.

Die zur Untersuchung der Wirkungen des Voraneilens von dem Schieber nothwendigen Berechnungen müssen daher für große Geschwindigkeiten gemacht werden.

Wenn die Schieber keine eigenthümliche Einrichtung, d. h., wenn sie fast gar keine Bedeckung haben, so sind die Wirkungen des Voraneilens die, die Ausströmungs- und die Einströmungsöffnung vorzeitig zu öffnen.

Demnach beginnt der Dampf zu entweichen, ehe noch der Kolben seinen Lauf vollendet hat, und ebenso drückt der aus dem Kessel herbeiströmende Dampf bei der umgekehrten Richtung der Bewegung auf den Kolben. So giebt es denn im ersten Augenblicke einen Gang mit Gegendampf, welcher die Gewalt der Maschine, sowie die Last, die sie fortbewegen kann, vermindern muß. Es findet dies wirklich statt, und die

von dem Grafen Pambour auf den geneigten Ebenen der Liverpool-Manchester-Eisenbahn angestellten Versuche mit einem Voraneilen von $\frac{1}{8}$ und $\frac{5}{8}$ englischen Zoll haben diese Thatsache gänzlich bestätigt. Wagenzüge, die mit einem Voraneilen von $\frac{5}{8}$ Zoll stillstanden, wurden mit einem solchen von $\frac{1}{8}$ Zoll wieder in Bewegung gesetzt. In der Ruhe hat daher das Voraneilen die Wirkung, die Kraft der Maschine zu vermindern; wenn aber die Geschwindigkeit bedeutend wird, so verändert die Zeit die Wirkungen gänzlich, wie wir es gezeigt haben.

Um die Vortheile des Voraneilens von dem Schieber wahrzunehmen, muß man die Nachtheile der gewöhnlichen Dampfvertheilung, wenn kein Voraneilen stattfindet, kennen lernen. Vergleicht man die Durchschnittsflächen der Oeffnungen mit den nach und nach von dem Kolben durchlaufenen Räumen, so findet man, daß das Geschwindigkeitsverhältniß im Allgemeinen wie 1 zu 10 ist. Berücksichtigt man die Zusammenziehung und die unregelmäßige Geschwindigkeit des Kolbens, so findet man, daß die Ausströmungsgeschwindigkeit des Dampfes höchstens 70 bis 80 Meter in der Secunde, bei einem Betriebe der Maschine von 16 Lieues in der Stunde, betrage. Jede Geschwindigkeit hat einen beginnenden Druck; suchen wir nun nach dem, der zur Hervorbringung dieses letztern erforderlich ist, so finden wir, daß $\frac{1}{50}$ Atmosphäre hinreichen würde. Die Differenz der Spannung zwischen dem Cylinder und der Hauptdampfleitung ist daher unbedeutend, und wäre sie auch bedeutender, so würde sie nicht schaden, weil bei einer großen Geschwindigkeit die Dampferzeugung im Kessel nicht hinreicht, um eine verminderte Spannung im Cylinder zu erlangen und weil stets ein Ausziehen durch den Regulator stattfindet. Der zweite Auszug, der durch die Vertheilung erfolgen würde, würde keine Wirkung haben, weil

man ihn verbessern könnte, indem man den Regulator etwas mehr öffnete.

Untersucht man darauf das Ausströmen des Dampfes am Ausgange, so stellt sich die Frage auf eine gänzlich andere Weise. Ehe man zu dem constanten Ausströmen von höchstens 80 Meter Geschwindigkeit gelangt, welche nur, wie schon bemerkt wurde, einen sehr geringen Widerstand darbietet, ist es nothwendig, allen Dampf herausgehen zu lassen, der einen erhöhten Druck erhält. Es muß alsdann in den ersten Momenten des Laufs diese bedeutende Dampfmenge fast plötzlich ausströmen, weil sie, ist dies nicht der Fall, vor dem Kolben einen anfänglich sehr beträchtlichen Widerstand veranlaßt, der nach der Zeit, die man ihm zum Entweichen gegeben, mehr oder minder schnell abnimmt. Man begreift, daß, wenn die Kolbenzüge außerordentlich beschleunigt sind, der Dampf zuweilen ein Drittel von der ganzen Zeit des Zuges zum Ausströmen gebraucht. Es erfolgt dies bei einer Geschwindigkeit von 16 Lieues (10 Preuß. Meilen) in der Stunde, indem man annimmt, daß der Dampf in dem angefüllten Cylinder 2,75 Atmosphären wirkliche Pressung habe. Das Maß der Wirkung dieses Widerstandes ist der Druck in jedem Augenblick, multiplicirt mit dem von dem Kolben durchlaufenen Wege, und in dem schon angeführten Falle hat der Kolben $\frac{1}{10}$ des Laufs zurückgelegt, ehe er von diesem übermäßigen Drucke befreiet ist; und indem man den hervorgebrachten mittlern Widerstand berechnet, findet man, daß er mehr als $\frac{1}{2}$ Atmosphäre entspricht.

Bei großen Geschwindigkeiten ist daher der durch die Ausströmungsöffnungen hervorgebrachte Widerstand sehr bedeutend.

Um nun diesen Widerstand zu vermindern, giebt man dem Schieber das Voraneilen. Das Ausströmen dauert dieselbe Zeit; allein der Druck, den der Dampf erhält,

wird im Anfang angewendet, um in einer passenden Richtung auf den Kolben zu wirken; und wenn dieser zurückkommt, so ist die Ausströmungsöffnung schon groß, der Dampf hat zum Theil seine Spannung verloren, und er erhält sich nur während eines weit weniger großen Bruchtheils von dem Kolbenlaufe.

Man vermindert daher in einem bedeutenden Verhältnisse den beim Entweichen des Dampfes veranlaßten Widerstand bei seinem Ausströmen aus der Oeffnung. Das hauptsächlich Nachtheilige des Betriebes ohne Voraneilen, ist auf diese Weise dargethan. Es bleibt uns nur noch zu wissen, ob diese Verminderung des Widerstandes nicht durch andere Nachtheile im Gleichgewicht erhalten wird, wenn man dem Schieber die gewöhnliche Form läßt, d. h., ohne seinen Ueberschlag auf solche Weise zu vergrößern, daß, wenn das Ausströmen geöffnet ist, das Einströmen des Dampfes auf der entgegengesetzten Seite es ebenfalls ist. Der Dampf gelangt daher vor dem Ende des Kolbenlaufs in die entgegengesetzte Richtung; er wirkt alsdann wie eine Bremse gegen den Kolben, und es findet in diesem Fall eine verlorne Arbeit statt, die gleich dem Druck in der Dampfleitung, multiplicirt mit dem von dem Kolben durchlaufenen Raum, ist. Da nun dieser letztere sehr gering ist, so ist die verlorne Arbeit weit schwächer als die Ersparung, die man an dem von dem Ausströmen herrührenden Widerstande macht.

Das frühere Aufschließen der Oeffnung hat den Vortheil, im Anfange des Kolbenlaufs den vollständigen Druck auf denselben wirken zu lassen; allein dieser Vortheil ist ganz unbedeutend, da wir so eben gezeigt haben, daß bei dem Betrieb ohne Voreilen kein Kraftverlust durch Verkleinerung der Einströmungsöffnung stattfinde.

Endlich wenn sich die Oeffnung früher öffnet, so schliesst sie sich auch früher. Dies frühere Verschliessen ist sehr vortheilhaft, weil es den Dampfverbrauch so sehr vermindert, dagegen aber durchaus nicht die Leistung. Wirklich wird der Dampf bei dem stärksten Voreilen (von $\frac{5}{8}$ Zoll) und bei Schieberventilen ohne Ueberschlag nur erst bei 0,93 seines Laufs unterbrochen. Nimmt man nun an, dass die Expansion bis zu dem Ende stattfindet, so wird der Nutzeffect nur um 0,003 vermindert werden. Man erspart demnach 0,07 Dampf, indem man nur 0,003 an Nutzeffect verliert. Nun erfolgt freilich die Expansion nicht vollständig, weil eine Ausströmungsöffnung vorhanden ist; allein bei grosser Geschwindigkeit erhält sich der Dampfdruck noch so, dass die ganze Leistung des Kolbens nur um eine geringe Grösse abnimmt.

Kurz, das Voraneilen des Schiebers veranlasst eine Ersparung beim Dampfverbrauch, indem die Einströmung früher abgeschlossen wird, und eine Vermehrung des Nutzeffects, indem der zum Ausströmen nothwendige Druck selbst vermindert und benutzt wird.

Das zu frühzeitige Einströmen des Dampfes hat nur Nachtheile, die freilich die obigen Vortheile nicht aufwiegen können, wenn die Betriebsgeschwindigkeit sehr bedeutend ist, welche aber vermieden werden müssen.

Damit der Dampf nur beim todten Puncte auf den Kolben ströme, muss der Ueberschlag oder Uebergriff am Schieber gleich dessen Voreilen sein. Die Einrichtung hat einen andern, nicht unberücksichtigt zu lassenden Vortheil, der darin besteht, dass man den Durchgang des Dampfes früher verschliesst, und dass man daher einen Theil spart, ohne, wie wir schon bemerkten, der geleisteten Arbeit zu schaden, indem der Druck des sich expandirenden Dampfes im ersten Augenblick eben so hoch ist, als der anfängliche Druck.

Wir haben den Zweck und die Vortheile des Voraneilens von dem Schieber dargethan; allein es würde nothwendig sein, zu untersuchen, welches Voraneilen das zweckmäßigste sein würde, um die besten Resultate zu erlangen. Es hängt dies offenbar von der Geschwindigkeit des Ganges und von der Form des Schiebers selbst ab. Die Maschinenbauer haben keine allgemeinen Regeln für die Größe des Voraneilens, es wechselt von $\frac{1}{8}$ bis $\frac{5}{8}$ engl. Zoll und beträgt gewöhnlich $\frac{1}{4}$ Zoll.

Die Gründe für diese Verschiedenheiten sind aus den obigen Betrachtungen geschöpft, ebenso aus der Absicht, durch das Voraneilen des Schiebers die Verspätungen auszugleichen, die von der Elasticität der Theile, welche die Bewegungen der Excentrica dem Schieber mittheilen, sowie aus dem Spielraume, der durch die Abnutzung dieser Stücke entsteht, herrührt.

Relative Bewegungen des Schiebers und des Kolbens.

Wir wollen es versuchen, mittelst einer geometrischen Figur von den relativen Bewegungen des Schiebers und des Kolbens Rechenschaft zu geben, indem wir die allgemein existirende Hypothese von dem Voraneilen des Schiebers annehmen. Es sei a, b (Fig. 2) der Halbmesser der Kurbel, b, c die Länge der Kurbelstange; und nehmen wir an, daß die Kurbel in dem Puncte b befindlich sei. Beschreibt man aus diesem Punct als Centrum mit einem der Kurbelstange gleichen Halbmesser einen Kreisbogen, so wird der Punct c, wo dieser Kreisbogen die Kolbenstange treffen wird, der Punct sein, wo das Ende der Kurbelstange verbunden ist. Wenn man von c nach d die Entfernung aufträgt, welche zwischen dem Verbindungspuncte der Kurbelstange und dem Mittelpuncte des

Kolbens existirt, indem man zu beiden Seiten von diesem Mittelpuncte d, in horizontaler Richtung, die halbe Stärke des Kolbens bezeichnet, so wird man genau den Punct haben, den der Kolben in diesem Augenblick einnehmen muß. Es sei o der Mittelpunct des Excentricums, so wird a o die Excentricität bezeichnen. Um die Lage des Hebels g h zu erlangen, der die Bewegung mittheilt, ist es hinreichend, zu beobachten, daß, wenn die große Achse des Excentricums vertical steht, dieser Hebel ebenfalls eine verticale Stellung haben wird, so daß, wenn man die Länge dieser Mittheilungsachse in dem Falle nimmt, wo der Hebel in einer Stellung befindlich ist, die, wie das Excentricum selbst, bekannt ist, man die Länge o g in dem Falle haben wird, in welchem jenes in der Stellung der Figur ist.

Wäre die Stellung des Excentricums wie bei der feststehenden Maschine regulirt, so würden die Puncte o und f zusammenfallen, und die große Achse des Excentricums würde genau senkrecht auf der Kurbel a b stehen. Um aber den Schieber voraneilen zu lassen, richtet man die Steuerung so ein, daß der Halbmesser a o die Senkrechte erreicht, ehe der Halbmesser a b horizontal ist.

Uebrigens ist es nach dem, was wir gesagt haben, offenbar, daß in dem Falle, in welchem die Ausströmungs- zugleich mit der Einströmungsöffnung offen steht, diese letztere einen kleinern Durchschnitt hat, als die erstere.

Der Mechanismus.

Die bei der Einrichtung des Mechanismus einer Locomotive zu lösende Hauptaufgabe besteht darin, daß der Maschinenführer sie, nach Belieben ihrer Bewegungen, vorwärts oder rückwärts zu richten vermag.

zu führen sind. Um die Locomotive zum Stillstehen zu bringen, richtet man den Griff senkrecht, so daß die Gabeln dem Balancier weder oben noch unten Bewegung ertheilen, sondern in der Mitte bleiben.

Um bei diesem Systeme die Vertheilung für den Gang nach Vorwärts und für den nach Rückwärts gleichmäßig zu reguliren, muß man die Kurbel in den todten Punct bringen und das Excentricum so auf die Kurbelachse festkeilen, daß sein Wirkungshalbmesser einen rechten Winkel mit der Mittellinie **A O** macht. Der Winkel **O A D**, welchen das Excentricum mit jeder der Stellungen der oben und unten eingeschlossenen Stangen macht, wird die Größe angeben, um welche der Schieber von dem genauen Gange differirt, und die Vertheilung wird ein entsprechendes Voraneilen oder Zurückbleiben haben, je nachdem das Excentricum nach Vorn oder nach Hinten zu von der Kurbel festgekeilt worden ist. Der Figur nach findet ein Voraneilen nach beiden Seiten zu statt; wenn aber die Kurbel dagegen oben stände, so würde von beiden Seiten ein Zurückbleiben folgen.

Wir werden an einem andern Orte den Versuch machen, uns von dieser Wirkung durch geometrische Linien Rechenschaft zu geben.

System von Stephenson mit vier Excentriken.

Wegen der obigen Schwierigkeit haben die Maschinenbauer eine Einrichtung annehmen müssen, die es gestattet, den Schiebern ein Voraneilen beim Vorwärts- und Rückwärtsgange zu geben. Hawthorn hat daher ein drittes System mit vier Excentriken angenommen, welches seitdem von fast allen Mechanikern und mit mehr oder weniger Modificationen

angenommen worden ist. Die Fig. 4 giebt die Abbildung des von Stephenson angenommenen Systems.

Die beiden Excentriken e' e'' haben den Zweck, die Maschine vorwärts gehen zu lassen, wogegen die beiden andern f', f'' ihre Rückwärtsbewegung bewerkstelligen. Beide Systeme sind je zwei und zwei rechtwinklicht zu einander; ebenso die beiden Excentriken eines und desselben Systems; wogegen die beiden Systeme untereinander einen Winkel bilden, der kleiner ist, als zwei rechte, und zwar um eine Größe, die gleich der Summe des Voraneilens ist. Die beiden Excentriken e', f' theilen die Bewegung mittelst der Welle i, i der Schieberstange des linken Cylinders mit, und die Excentrica e'', f'' mittelst derselben Welle i', i' der Schieberstange des rechten Cylinders. Ein Aufriß der Excentrikenstangen und ihrer Uebertragungshebel ist in den Figuren 5 und 6 in zwei verschiedenen Stellungen gegeben. Die Excentrikenstangen endigen in Gabeln g, g', die eine Kerbe in dem Winkel haben, welcher die beiden Arme der Gabel trennt.

Diese Kerben haben den Zweck, den Zapfen aufzunehmen und sich mit ihm unveränderlich zu verbinden, wenn man die Bewegung zu geben beabsichtigt, wie sie in der Fig. 6 angegeben ist. Die Fig. 10 deutet die Stellung der Excentrikenstangen in dem Augenblick an, wo sie zu wirken aufhören, d. h., wenn die Maschine aufgehalten ist. Der Zapfen oder die Warze ist mit den Hebeln h, h' verbunden, die auf den Wellen i, i', Fig. 7, festgekeilt sind. Letztere drehen sich in bronzenen Büchsen, die an dem Gestelle der Maschine befestigt sind, und die, wie die gewöhnlichen Supports, die mittelst Bolzen mit den großen Querstücken des Rahmens verbunden sind, aus zwei Stücken bestehen, damit sie einander mehr genähert werden können, wenn die Bronze sich abgenutzt hat.

ähnliche Hebel unterstützt. Da in diesem Falle keine Dampfvertheilung stattfindet, so erfolgt die weitere Bewegung der Maschine nur durch ihre Trägheit.

Wenn aber der Handhebel in den letzten Einschnitt zum Festhalten geführt worden ist, so verändern sich die Stellungen der Excentrikenhebel: der Hebel p''' erhebt sich und nimmt die Stellung p der Fig. 6 an, indem er sich um den Rotationspunct j dreht. Der Hebel p'' ist dagegen gesenkt in die Stellung p' und hält die Excentrica zurück, so daß die Einschnitte die Welle a und den Hebel der Rückwärtsbewegung nicht mit in ihre Bewegung hineinziehen.

Wenn man dagegen den Handhebel in die Stellung M'' führt, so sind die Excentrikenstangen der Vorwärtsbewegung e e' ausgerückt, und die andere f f' sind mit der Triebwelle der Schieberstangen in Verbindung gesetzt. Man sieht demnach ein, daß die Maschine eine Vorwärts- und eine Rückwärts-Bewegung annehmen kann, indem man lediglich den Handhebel vorwärts oder rückwärts stellt. Die Bewegung der Achse i wird der Achse j durch den Hebel p (Fig. 6) mitgetheilt, und diese Welle j steht wiederum mit der Griffstange T, die der Führer zu seiner Disposition hat, in Verbindung. Diese Stangen, welche die Excentriken in Bewegung setzen, verursachen eine gewisse Reibung in der Maschine. Man sieht, daß bei diesem Systeme die Excentrikenstangen an Hebeln und an senkrechten Stücken aufgehängt sind, die unmittelbar und mittelbar an dem Hebel des Bewegungswechsels befestigt sind. Dies vermindert ihre Festigkeit, und es kann der Fall sein, daß die Gabel aus dem Zapfen oder der Warze herausgeht. Um dies zu vermeiden, haben einige Maschinenbauer den Hebel der Excentriken über der Verbindungswelle angebracht, sowie die Gabeln in einer entgegengesetzten

Richtung, so daß bei der Bewegung die Gabeln mit ihrem ganzen Gewicht auf die Welle drücken. Jedoch ist diese Einrichtung bedeutenden Nachtheilen unterworfen; es können durch einen Zufall die Excentrikenstangen, welche denen, die Bewegung geben müssen, entgegengesetzt sind, auf die Welle fallen, und die den Schiebern alsdann mitgetheilten beiden Bewegungen nach entgegengesetzten Richtungen müssen nothwendig Stangenbrüche herbeiführen, während dagegen bei der andern Einrichtung die Excentrikenstangen auf kenie Weise bei zufälliger Auslösung den Schiebern eine entgegengesetzte Bewegung ertheilen können.

Diese Einrichtung der Excentriken ist von Herrn Stephenson angenommen und von andern Maschinenbauern mit verschiedenen Modificationen bei den Mittheilungen der Bewegung nachgemacht worden. Dieser einzige Hebel zur Richtungsveränderung der Maschine, welcher die Einströmungsordnung des Dampfes umkehrt, ist zwar sehr bequem zu dieser Operation, hat aber das Nachtheilige, daß der Führer die Schieber nicht mit der Hand bewegen kann, wenn Unfälle mit der Excentrikenstange auf kurze Strecken einen solchen Betrieb erfordern.

Es ist ganz unnütz, noch zu bemerken, daß man bei diesem Systeme das Voraneilen des Schiebers sowohl bei dem Vor-, als auch bei dem Rückwärtsgange der Maschine bewerkstelligen kann, indem man in beiden Fällen das eine oder das andere Excentricum in einen spitzigen Winkel zu der entsprechenden Kurbel stellt.

System mit vier Excentriken von Jackson.

Diese Einrichtung mit vier Excentriken hat Jackson bei einer sechsräderigen Maschine der Versailler Bahn angenommen (Fig. 8).

A ist die Seitenansicht; B der Grundriß; C die Ansicht von Vorn. Das Princip des Einrückens und Ausrückens ist dasselbe, wie das Stephenson'sche; die Excentrikengabeln theilen mittelst o o' die Bewegung den Schieberstangen mit. Um die Vorwärts- in eine Rückwärts-Bewegung umzuändern, hebt der Maschinenführer den auf den Hebel drückenden und die Feder zusammendrückenden Bolzen d in die Höhe; letztere dehnt sich aus, und der Führer bringt den Griff M in die Lage M'. Darauf wird die Feder durch den Bolzen d von Neuem niedergedrückt und der Griff in einer unveränderlichen Stellung in einem Einschnitte befestigt. Während des Ueberganges aus der Stellung M in die Stellung M' wirkt die Zugstange T auf die Kurbel e'', welche nebst dem doppelten Hebel e e' an der Welle p sitzt. Der Punct f der Kurbel gelangt nach f', der Punct g des Hebels e' nach g', und die beiden Hebel g h, g j gelangen nach g h' und g' i', während der Punct k nach k' versetzt wird und die beiden Hebel k l und k m die Stellungen von k' l' und k' m' einnehmen, so daß die erstern Excentriken, die zuvörderst eingerückt waren, ausgerückt sind, und umgekehrt. Die Bewegung der Maschine hat daher die Richtung verändert, weil die Excentriken zu zweien um eine halbe Peripherie zurück sind.

Wenn der Griff M in dem mittlern Einschnitte festgestellt ist, so liegt der doppelte Hebel e e' horizontal, die vier Stangen g h, g j, k l, k m sind senkrecht und die vier Excentriken ausgerückt. Dieses System hat den Vortheil der größern Einfachheit gegen das Stephenson'sche; es besteht ferner aus stärkern Stücken, welche den von der Elasticität herrührenden Schwingungen weniger unterworfen sind, und ist daher genauer in seinen Leistungen.

Wir haben bereits bemerkt, daß die Gabeln den Zweck haben, die Dampfvertheilung auf eine symmetrische Weise zu reguliren, um die Richtung der Bewegung zu wechseln. In der mittlern Stellung, wenn die Gabeln durchaus nicht auf die Vertheilung einwirken, müssen sie in einer solchen Entfernung befindlich sein, daß bei der abwechselnden Bewegung, welche die Excentrica noch forterhalten, sie die Angriffszapfen oder Warzen der Schieber nicht treffen dürfen, sei die Stellung der letztern auch welche sie wolle.

System der High Foundry mit vier Excentriken.

Es ist dies wenig von denen Stephenson's und Jackson's verschieden. Fig. 9 giebt einen Begriff von dieser Einrichtung. Der sich um den festen Punct *a* drehende Balancier **A** bewegt die Schieberstange **T** und wird mittelst der Gabel bewegt. Die beiden Excentrica **B** sind eingerückt; die beiden andern **B'** sind es nicht und dienen zu dem Rückwärtsgange.

Der Wechsel der Bewegung wird mit Hülfe des Hebels **C** bewerkstelligt, der durch den Griff **M** hin und her gezogen wird. Die äußersten und die mittlern Stellungen, welche der Griff annimmt, werden durch die Zugstange **D** begrenzt, deren Ende drei Einschnitte hat, die auf einer Welle **G** liegen, welche außerhalb der Maschine befindlich und nicht im Bereiche des Führers ist, woraus offenbar ein Nachtheil entsteht.

Dieses System hat übrigens, wie man sieht, viel Aehnlichkeit mit dem von Jackson, und man kann damit ein Voraneilen nach Vorwärts und nach Rückwärts bewerkstelligen.

Theorie der Dampfvertheilung mit zwei feststehenden Excentriken.

Der Bewegungswechsel mit zwei Excentriken erfolgt auf eine ähnliche Weise, wie die ist, welche man schon seit langer Zeit bei den Förderungs-Dampfmaschinen in Bergwerken angewendet hat, indem man die Excentrikenstange mit dem entgegengesetzten Ende des Schieberhebels verbindet.

Behielte man die Einrichtung bei, welche darin besteht, die Excentriken auf den untern Hebel für den Gang nach Vorwärts einzuhängen, so würde daraus folgen, daß die Vertheilung von zwei Seiten eine Verspätung erleiden würde, wovon man sich leicht Rechenschaft geben kann. Es sei o g (Fig. 11) die Kurbel am todten Puncte, c b der Schieberhebel. Wir wollen annehmen, daß die Excentrikenstange in c für den Betrieb nach Vorwärts eingehängt würde (Pfeil f) und in b′ für den Gang rückwärts (Pfeil f′).

Um das Excentricum genau aufkeilen zu können, muß, wenn die Kurbel o g im todten Puncte ist, der Excentricum-Halbmesser im rechten Winkel mit der Excentricumstange stehen (da die Stellung von der letztern veränderlich ist); die normale Aufkeilung würde in a o sein, wenn man den Excentricum-Halbmesser rechtwinklich auf die Zwischenlinie o a stellte.

Will man vorwärts gehen und die Excentricumstange steht in o c, so muß das Excentricum in o c″ festgekeilt werden, welches einen rechten Winkel mit o c macht; statt dessen befindet es sich aber in o a′. Es würde daher ein Zurückbleiben stattfinden, indem sich die Kurbel in der Richtung des Pfeils f bewegt.

Bei dem Gange nach Rückwärts (Pfeil f′) befindet sich die Excentricumstange in o b′, und das Excentricum selbst müßte in o b″ sein. Es befindet sich aber in o a′, d. h. um dieselbe Größe zurück, wie

bei dem andern Gange, eine Größe, welche durch den Winkel $c'' o a' = a' o b'' = b' o a = \frac{b o c}{2}$ dargestellt ist. Um das Voraneilen mit einer ähnlichen Vorrichtung zu erlangen, muß man das Excentricum in t'' aufkeilen, und man erhält alsdann bei dem Gange nach Vorwärts ein durch den Winkel $t'' o c''$ gegebenes Voraneilen. Aber auch bei dem Rückwärts-Betriebe ist das Zurückbleiben sehr beträchtlich und wird durch den Winkel $t'' o b$ dargestellt.

Jedoch kann man ein Voraneilen nach beiden Richtungen erlangen, indem man die Excentricumstange in b' einhakt, um die Maschine nach Vorwärts zu betreiben. Das Excentricum wird alsdann in a' (Fig. 12) für den Normalgang festgekeilt sein, und es wird für das Vorwärtsgehen ein, durch $a' o b''$ dargestelltes Voraneilen stattfinden, so wie dasselbe beim Rückwärtsgehen durch einen Winkel $a' o c''$ bezeichnet ist.

Da dieses Voraneilen im Allgemeinen unzureichend ist, so kann man es verdoppeln, ohne bei dem Rückwärtsgehen zurückzubleiben. Aus diesem Grunde haben mehrere Maschinenbauer die Excentricumstangen verkürzt und die Schieberhebel verlängert. Man hat auf diese Weise ein bedeutendes Voraneilen nach beiden Richtungen erreichen können (Fig. 13).

Die geneigte Lage der Excentricumstange bietet einen Nachtheil dar, der zu wichtig ist, um ihn nicht anzugeben. Wenn durch irgend eine Ursache die den Kessel tragende Feder nieder oder in die Höhe geht, so giebt die Excentricumstange den Schiebern eine schwingende Bewegung, welche einen nachtheiligen Einfluß auf dieselben hat. Wenn man daher aufzufinden sucht, wie groß die Bewegung sein würde, welche die Schieber durch eine Schwingung der Feder von 2 Millimetern erlangen können, so erhält man

2 Millimeter für die Vertheilung Fig. 3 und 3½ Millimeter für die Vertheilung Fig. 13. Bei einer andern Einrichtung haben wir gefunden, daß die Bewegung bis 8 Millimeter betrage. Im letztern Falle sind die daraus folgenden Unregelmäßigkeiten sehr nachtheilig.

Man kann sich von dieser Wirkung in der Figur 12 Rechenschaft geben. Nehmen wir an, daß sich die Achse in o' senkt, so würde die Excentricumstange o b' nach o' b''' gelangen und würde den Schieber um eine Größe b' b''' ablenken.

System mit zwei festen Excentriken von Herrn Cavé.

Wir bewiesen, daß es mit zwei festen Excentriken möglich sei, ein Voraneilen für das Vorwärts- und für das Rückwärtsgehen zu erlangen, und daß dieses Voraneilen von dem Winkel abhinge, den die Excentrikenstangen in ihren beiden äußersten Lagen bildeten.

Endlich haben wir gesagt, daß bis jetzt der Winkel ganz unzulänglich gewesen sei. Herr Cavé hat bei seiner ersten Locomotive die Excentrikstange verkürzt und dagegen die Schieberhebel verlängert, so daß der Winkel des Voraneilens im Durchschnitt 15° bei'm Vorwärts- und bei'm Rückwärtsgehen beträgt, und daß sich dieser Winkel bei'm Vorwärtsgehen bis 30 erhöhen kann, ohne daß ein Zurückbleiben bei'm Rückwärtsgehen stattfindet.

Die Einrichtung der Dampfvertheilung ist in den Figg. 13 und 14 angegeben. Der Schieberhebel a a' dreht sich um den Punct o, der im Niveau der Cylinderachse liegt, so daß die Neigung der beiden Stan-

gen gleich ist, und die Nachtheile der Neigung so gering, als möglich, sind.

Das Excentricum ist in den obern Angriffszapfen zu dem Vorwärtsgange eingehakt.

Man bemerkt, daß es der Schieberhebel selbst ist, der mittelst seiner gekrümmten Form die Gabel ersetzt. Der am Excentricum angebrachte Angriffszapfen nöthigt den Schieber, wenn man die Bewegung umkehren will, eine andere Stellung anzunehmen, indem sich jener auf die Seitencurven stützt.

Später ist jedoch diese Einrichtung verändert; die Gabel ist auf der Excentricumstange angebracht, und ihre Arme sind wegen der Größe des großen Bogens, den der mittlere Hebel zu durchlaufen hat, sehr verlängert worden. Der mittlere Hebel ist sehr lang und entspricht übrigens einem weit bedeutenderen Laufe der Schieber, als bei den übrigen Maschinen.

Es ist hier der Platz, eine sehr gute Einrichtung dieser Dampfvertheilung anzugeben, welche in der Bedeckung des Schiebers bei dem Einströmen des Dampfes besteht. Sie erfüllt die zweckmäßigsten Bedingungen für den Betrieb, d. h. Dampfersparung; indem die Einströmungsöffnung erst im Anfange des Laufes geöffnet und vor dessen Beendigung geschlossen wird. Die Ausströmungsöffnung ist um eine etwas geringere Größe früher geöffnet, als die durch das Voraneilen gegebene.

System von Hawthorn.

Alle Maschinenbauer, deren Einrichtungen wir untersucht haben, bedienen sich der Excentrica zu den Dampfvertheilung. Jedoch hat diese Vorrichtung das Nachtheilige eines zu geringen Laufes, welches Hawthorn bei seinen neueren Maschinen vermieden hat.

Er bedient sich der Bewegung der Kurbel- oder Lenkstange selbst, um den Dampf mittelst der Schieber zu vertheilen (Fig. 15).

Die Kurbelstange **B** ist bei **A** mit einem Angriffszapfen oder einer Warze versehen, die sich in dem länglich viereckigen Stück **C** dreht. Während der Drehung der Kurbelstange um die Triebachse hebt und senkt sich dieses Stück; der Punct **D C** beschreibt einen Theil der Peripherie; diese Bewegung theilt sich dem Punct **E** mit, und diese kreisförmige Bewegung verändert sich in eine hin- und hergehende, die der Schieberstange **T** mittelst des Hebels **E F** und der doppelten Gabel **G** mitgetheilt wird. Die Figur stellt die Lage der Stücke bei dem Vorwärtsgange dar; will man die Bewegung wechseln, so bedient man sich des Griffes **M**. Stellt ihn der Führer senkrecht, so ist Alles ausgerückt, das Stück **B** findet sich in der Mitte des Balanciers **E F** und steht weder mit dem Puncte **E**, noch mit dem Puncte **F** in Verbindung. Wenn der Griff die Senkrechte überstiegen hat, und wenn er mit derselben auf der andern Seite einen Winkel macht, der gleich dem in der Fig. 15 dargestellten ist, alsdann beschreiben die Puncte **H** und **I** Kreisbögen, die Stange **J** hebt sich und führt die Gabel **G** bis zu dem obern Theil des Balanciers **E**. Da diese Bewegung stattfindet, während die Kurbel eine Umdrehung macht, so wird die Bewegung der Schieber plötzlich verändert, und die Richtung der Maschine ist die umgekehrte.

Um bei dem Vorwärtsgehen ein Voraneilen zu haben, genügt es, die Länge des Hebels **L** so zu befestigen, daß das Stück **C** die Einströmungsöffnung aufschließt, ehe der Kolben das Ende seines Laufes erreicht hat. Daher ist in der Figur die Kurbel horizontal, der Kolben am Ende seines Laufes; die

Einströmungsöffnung muß schon aufgeschlossen sein. Da nun bei der Rückwärtsfahrt Alles symmetrisch ist, so geht als ganz deutlich daraus hervor, daß diese Einrichtung so gut ein Voraneilen beim Vorwärts-, als beim Rückwärtsfahren zuläßt.

Eine sinnreiche Einrichtung, die Hawthorn bei mehrern seiner Maschinen dieses Systemes angenommen hat, ist die, welche darin besteht, das Voraneilen des Schiebers nach Belieben und in wenigen Augenblicken vermehren oder vermindern zu können. Zu dem Ende ist es hinreichend, sich auf solche Weise einzurichten, daß die Länge des Hebels L vermehrt oder vermindert werden kann, indem man den Punct I entfernter oder näher mit dem Mittelpuncte verbindet.

Dieses System hat gegen die Excentrica den Vorzug, ein bedeutendes Bewegungselement zu haben. Wirklich beträgt der Lauf der Excentrica 6 bis 7 Centimeter, wogegen die Kurbelstange am Puncte A einen senkrechten Weg von 25 bis 29 Centimeter macht. Es folgt daraus, daß die Bewegungsverluste, die von dem Spielraum, der Abnutzung und der Elasticität der Stücke herrühren, bei dem Excentrikensysteme bedeutender, als bei diesem sind.

Außer den hier beschriebenen sind noch manche andere Arten von Mechanismen zur Führung der Maschine angewendet worden, allein die angeführten sind hinreichend, um die Sache vollkommen zu verdeutlichen; jedoch kommen wir bei den Expansionsmaschinen noch einmal darauf zurück.

Der äußere Rahmen oder das Gestell.

Die Maschine wird ganz und gar durch große Balken (Fig. 3, Taf. XXXVII) getragen, welche sie von allen vier Seiten umgeben, jedoch bei allen neuern Maschinen innerhalb der Räder liegen. Sie bestehen aus Eisen und Eichenholz; die langen Seiten sind etwa 0,04 Meter (1½ Zoll) stark und 0,18 Meter (7 Zoll) hoch. Die beiden hölzernen Balken sind durch schmiedeeiserne Winkel, die mittelst Bolzen verbunden sind, an den eisernen befestigt. Der Feuerkasten, der Kessel und der Rauchkasten sind durch Supports oder Stege sehr fest mit dem Rahmen verbunden, indem dieselben sowohl an diesem, als an jenem mit Bolzen befestigt sind. An dem Rahmen sind auch außerdem zu beiden Seiten der Achse Platten von starkem Blech angebracht. Es sind dies die Schutzbleche für die Achsen; sie dienen dazu, die Pfannen zu halten, in denen sich die Achsen bewegen. Diese Schutzbleche haben allen Stößen, welche die Räder erleiden, zu widerstehen, und die der Triebräder müssen auch die horizontalen Wirkungen aushalten können, die ihnen mittelst der Triebachse mitgetheilt werden. Aus dem Grunde sind sie mit einander verbunden und mit eisernen Stangen armirt, welche alle Schutzbleche unter einander verbinden und an den Rahmen festgeschraubt sind. Die Schutzbleche der kleinen Räder haben auch einen Bolzen b an ihrem untern Ende, welcher die beiden Lappen mit einander verbindet.

An dem vordern Querbalken ist eine Kette angebracht, die in einen Haken endigt, der dazu dient, den Convoi mit der Maschine zu verbinden, wenn sie denselben rückwärts ziehend fortbewegt. An den Rahmen ist diese Kette mittelst eines, in einen Bolzen

endigenden Ringes festgeschraubt. Stangen dienen zur Verbindung des Tenders mit der Maschine und müssen dem Drucke und den Stößen widerstehen, welche jene auf dieselben ausüben. Die Räder sind bedeckt, um zu verhindern, daß Sand und Schlamm, welche sie durch ihre rotirende Bewegung mit sich führen können, den Achsen durch Reibung schädlich werden. Die eisernen Balken bestehen aus einem einzigen Stücke, und die Supports der Federn sind mit Schraubenbolzen daran befestigt. Die neuere Einrichtung der innern Rahmen hat freilich den Vortheil, weniger Platz einzunehmen, als der äußere und ganz hölzerne Rahmen, aber noch bedeutendere Nachtheile, auf welche wir weiter unten zurückkommen können.

Das Stück x (Fig. 3, Taf. XXXIV), welches in geringer Entfernung von der Schiene und am Vordertheil der Maschine angebracht worden ist, entfernt Steine, die sich auf jeder Linie finden. Man kann übrigens diese Schaufeln in jeder Höhe befestigen, da sie in Leitungen verschiebbar sind. f ist ein mit Haaren ausgestopfter Ballen, ein sogenannter Stößer oder Buffer, im Innern mit einer Springfeder, welcher zur Abhaltung der Stöße dient. Die Leitungen der Schmierbüchsen sind mit dem Rahmen durch Bolzen verbunden.

Die englischen Maschinenfabricanten Sharp und Roberts wenden einen in der Mitte aufwärts gebogenen Rahmen an. Es vereinigt diese Einrichtung Eleganz mit Festigkeit; die Dimension in der Richtung des Widerstandes beträgt 20 Centimeter (8 Zoll). Man hat diese Form angenommen, um die langen Schutzbleche zu vermeiden, welche bei einem horizontalen Rahmen für die kleinen Räder erforderlich sind. Bei dem vorliegenden nähert sich aber der Rahmen den beiden Achsen der vier Laufräder, und die Schutzbleche aller Räder sind sich gleich.

Ganz neuerlich hat man wieder Locomotiven mit äußern Rahmen erbauet, jedoch sind die der Länge nach laufenden Balken aus Eisen und nicht aus Holz gemacht. Maschinen dieser Art sind auf der französischen Nordbahm im Betriebe und im 7. Heft von Armengaud's „Eisenbahnwesen" beschrieben.

Bei den ersten Maschinen mit äußerm Cylinder wendete man nicht gänzlich innere Rahmen an, indem die Laufräder eine solche Einrichtung durchaus nicht erforderten. Man erhielt dadurch zwei Rahmen, einen äußern für die kleinen Räder und einen innern für die Triebräder. Es wurde dadurch aber die Maschine erschwert, und die Last ruhete auf kleinen Pfannen, die leicht erhitzt wurden, während bei bloß innern Rahmen hinreichend große Pfannen angewendet werden, welche keine so große Reibung veranlassen.

Wenn man also jetzt, mit wenigen Ausnahmen, nur Locomotiven mit innern Rahmen anwendet, so geschieht dies in Folge ihrer größern Zweckmäßigkeit, indem sie nur den Nachtheil haben, die untere Breite des Feuerkastens bedeutend zu beschränken. Dagegen gewähren sie den großen Vortheil, daß mit dem Kessel nicht so viel Bewegungs-Maschinentheile verbunden sind, wodurch leicht Undichtigkeiten an jenem entstehen; denn der Rahmen ist dem Principe nach wenigstens unbeweglich, und seine Ausdehnung in Folge der Temperaturveränderungen ist nicht so bedeutend, als bei dem Kessel. Auch wendet man bei den neuern Maschinen zwischen Rahmen und Kessel Verbindungsstücke an, welche eine Ausdehnung und Zusammenziehung von letzterm gestatten, ohne daß die eisernen Längenbalken des Rahmens darunter leiden.

Die großen Querstangen.

Die Fig. 76 zeigt die Zusammenfügung dieser innern Querstangen, deren vier oder drei vorhanden sind, indem die mittlere in der Nähe der Triebachse zuweilen gabelförmig ist. Sie bestehen aus Schmiedeeisen und sind mit den innern Wänden des Feuer- und des Rauchkastens verbunden.

Es giebt mehrere verschiedene Verbindungsarten. Bei den einen, von Tayleur angewendeten, umgiebt ein Stück Eisen den Feuerkasten, und es ist mit rechtwinklich daran geschweißten Lappen versehen, mit denen die Querstangen verbunden sind. Sie dienen dazu, die Triebradachse mit dem Cylinderkasten zu verbinden und alle Theile der Maschine zu befestigen, damit sie dem Kolbendrucke und Erschütterungen widerstehen können. Sie unterstützen die Triebradachse an drei oder vier Puncten, außer den beiden äußern Zapfen, und befähigen sie dadurch, dem Seitendrucke Widerstand zu leisten, den sie von dem Kolben, bei'm Hin- und Hergehen desselben, erleiden.

Bei den Stephenson'schen Maschinen sind die der Dampfvertheilung angehörigen Wellen an vier Puncten von den großen Querstangen unterstützt. Diese Stangen sind mit der Feuer- und mit der Rauchkammer durch eiserne Winkel verbunden, welche an die Platte der genannten Kammern festgenietet sind.

Mit den Querstangen sind durch Bolzen die Platten verbunden, welche zur Leitung der Kolbenstangen dienen. Oft muß man diesen Querstangen von dem Feuerkasten zu dem Cylinderkasten eine Neigung geben, damit die Triebradachse hindurchgehen könne. Sie haben eine geringe Stärke,

etwa 0,007 Meter (3 Linien), aber eine bedeutende Breite, etwa 0,09 Meter (3½ Zoll).

Jackson hat bei seinen letzten Maschinen die mittlere Pfanne oder Büchse der Triebradachse an dem Feuerkasten befestigt, ohne die Querstange bis zu dem Cylinderkasten zu verlängern, allein es scheint dadurch der Feuerkasten bedeutende Erschütterungen erleiden zu müssen. Der eiserne Rahmen ist mit dem Feuerkasten durch Niete verbunden, und an ihm ist der andere Rahmen durch Keil und Lösekeil befestigt. Zuweilen bestehen die großen Querstangen aus zwei großen eisernen Platten, die dünn und wie die Schutzbleche befestigt sind, so daß man die Pfannen zwischen denselben anbringt. Oft begnügt man sich aber auch nur mit einer Platte und verstärkt sie an dem Theile, welcher den Zweck hat, die Büchsen aufzunehmen.

Die Schmierbüchsen und die äußeren Supports oder Stege.

Die Schutzbleche, von denen wir schon weiter oben redeten, und die mit dem äußern Rahmen verbunden sind, nehmen die Schmierbüchsen auf, in denen sich die Achsen drehen. Sie sind im Allgemeinen einander sämmtlich ähnlich.

Die Räume B, B′ dienen zur Aufnahme des Oeles, durch welches die Reibung vermindert werden soll, und in der Mitte ist eine Vertiefung c, welche die den Druck der Feder mittheilende Stange aufnimmt.

Die Fig. 17 giebt das Detail der Pfannen oder Büchsen, welche in die Schutzbleche eintreten, nach der Stephenson'schen Einrichtung. AA ist eine eiserne Büchse, am Ende und auf den Seiten geschlossen. Das Innere der Büchse A ist achteckig

und nimmt bronzene Pfannen auf, in denen sich die Achsenzapfen drehen. In der Mitte von der Länge des Zapfens haben die Pfannen eine Erhöhung, welche in die Vertiefung E tritt, und welche sie in ihren Leitungen zurückhält. Die beiden bronzenen Röhren F dienen zur Einführung des Oeles auf den Zapfen und sind in die Pfannen eingeschraubt. In den Röhren stecken baumwollene Dochte, die in das Oel eintauchen und einen Heber bilden, indem sie den Zapfen fortwährend und sparsam speisen. Der Boden ist durch ein Stück Eisen geschlossen und mit dem Stück A durch Bolzen H verbunden; der kreisrunde Theil dieses Stückes C (Fig. 18) ist mit dem Zapfen nicht concentrisch, so daß es ihn nicht berührt. Der obere Theil der Schmierbüchse ist mit einem eisernen Deckel verschlossen, der das Oel schützt.

Jackson hat seine Schmierbüchsen auf folgende Weise eingerichtet (Fig. 19). Der ganze obere Theil A besteht aus Messing, der untere Theil B aus Eisen, und ein einziger Bolzen verbindet beide Theile mit einander.

Was nun die Supports in den innern Querstangen betrifft, so haben sie das Bemerkenswerthe, daß sie sich nur in den beiden horizontalen Richtungen abnutzen, und in dieser Richtung allein müssen daher die beiden Theile der Pfannen zusammengedrückt werden. An dem Theile, wo die Supports vorhanden, sind die Querstangen A, A stärker, wie man in B, Fig. 20 sehen kann. Eine Zugstange D verbindet die beiden Arme C, C der Verstärkung, indem sie durch einen Muff geht, der das Zusammendrücken der Arme verhindert. Die beiden Keile E, E sind zu beiden Seiten mit ihren parallelen Flächen den Pfannen zugekehrt und dienen dazu, diese einander zu nähern, wenn sie sich abgenutzt haben. Die Pfannen treten über die Keile weg, damit sie keine Seitenbewegung

machen können. Die Achse äußert nie einen senkrechten Druck, wegen Einrichtung der Federn, die allen Druck auf die äußeren Schmierbüchsen und auf die Zapfen übertragen. Die beiden obern Schrauben haben auf der Achse der Bolzen zwei kleine Zahnräder, gegen die eine Feder R drückt, welche als Sperrkegel wirkt.

Dieselbe Einrichtung wird stets dann angewendet, wenn Schraubenbolzen starken Bewegungen unterworfen sind, und wenn man es vermeiden will, daß sie sich losschrauben. In der Mitte der Länge dieser Feder ist ein fester Punct, so daß sie auf beide Schrauben wirken kann.

Die Federn.

Wir haben schon bemerkt, daß das Gewicht der Maschine auf jede der Achsen mittelst Federn vertheilt ist. Die der Triebräder sind die stärksten, bestehen aus 20 Stahlplatten und sind über dem Rahmen angebracht. Die mit Gelenken versehenen Hebel, die sich den Bewegungen der Maschinen fügen, halten die Federn, so daß auf ihnen das Gewicht der ganzen Maschine ruhet. Die Federn der kleinen Räder mit Spurkränzen sind über oder unter dem Rahmen angebracht und werden durch Hebel gehalten, die mit den Schutzblechen durch Bolzen verbunden sind. In der Mitte jeder Feder ist ein rechteckiges Stück Eisen angebracht, welches durch einen hindurchgehenden Bolzen in seiner Lage erhalten wird, der sich bis zu der Schmierbüchse verlängert und daher das ganze Gewicht der Maschine, mit Ausnahme der Räder und der Achsen, zu tragen hat. Diese Einrichtung schwächt ganz außerordentlich die zerstörenden Wirkungen der Stöße, die bei großen Geschwindigkeiten alle Theile der Maschine ruiniren.

Die einzige in Beziehung auf die Federn zu machende wichtige Bemerkung besteht darin, daß sie aus einer gewissen Anzahl von Blättern des besten Stahls bestehen. Je zwei müssen alle durch einen Stift, der in dem einen befestigt ist und in einen Schlitz tritt, welcher in dem unmittelbar untern vorhanden ist, mit einander verbunden sein. Dadurch werden die horizontalen Bewegungen verhindert. Die viereckige Klammer vereinigt übrigens alle die Blätter unter einander. Alle Federn müssen gleiche Elasticität besitzen, allein ihre Biegung muß gering sein. Nur das oberste Blatt muß an beiden Enden umgebogen und an einem Bolzen befestigt sein. Bei vielen Maschinen und besonders bei denen von Hawthorn, kann man die Spannung der Feder der Triebräder nach Belieben erhöhen, um einen größern Theil von dem Gewichte der Maschine darauf zu legen und folglich die Adhäsion zu vermehren, indem dieselbe dem von den Triebrädern getragenen Gewichte proportional ist.

An den Enden des Rahmens der Maschine sind Kissen von Rindsleder, mit Pferdehaaren gestopft, angebracht; sie haben den Zweck, die nachtheiligen Wirkungen der Stöße beim Zusammentreffen der Locomotiven mit einem Wagen zu vermeiden. Diese Stößer, buffer im Engl., deren Form in Fig. 3, Taf. XXXIV ꝛc. dargestellt worden ist, haben auf einer und derselben Eisenbahn gleiche Entfernungen von einander und auch gleiche Höhe. Auf diese Weise hat das Zusammentreffen zweier Wagen nichts Nachtheiliges. Bei mehrern Maschinen enthalten diese Kissen im Innern auch noch Stahlfedern, um ihre Wirkung noch vollkommener zu machen.

Die Räder.

Die Räder sind von zweierlei Art und ihrer Anzahl nach gewöhnlich sechs, indem vierrädrige Locomotiven neuerlich nicht mehr angewendet werden. Einige amerikanische Maschinen haben acht Räder. Die ersten Maschinen hatten nur vier Räder. Wir haben bereits bemerkt, warum man auf fast allen Eisenbahnen sechsrädrige Maschinen angenommen hat. Man konnte bei denselben die Rostoberfläche vergrößern und die Größe der Feuerung erhöhen, auch ist durch diese Einrichtung das Schwanken der Maschine fast gänzlich vermieden worden, da sie zu beiden Seiten der Triebräder auf Laufrädern ruht.

Die Construction der Räder muß übrigens nach den Bedingungen der größten Festigkeit ausgeführt sein, da sie das Gewicht der Maschine tragen und allen Effect, welchen die Locomotive hervorbringt, fortpflanzen. Die Felgen müssen eine hinreichende große Adhäsion darbieten und der Abnutzung widerstehen, hauptsächlich in dem Winkel der Spurkränze. Sie müssen ferner sehr fest mit den Speichen verbunden sein, welche ihrerseits den Wirkungen der Biegung und des Zusammendrückens widerstehen müssen. Die Speichen müssen mit den Naben ein Stück bilden und diese müssen ganz fest auf die Triebachse gekeilt sein; kurz, die letztern und alle Theile der Triebräder müssen eine solche Verbindung untereinander haben, daß sie überall Widerstand zu leisten vermag.

Stephenson giebt den Triebrädern einen Durchmesser von 1,52 Meter (5 engl. Fuß). Sie haben keinen Spurkranz; die beiden andern Räderpaare sind das eine hinter dem Feuerkasten und das andere hinter dem Rauchkasten angebracht. Ihr Durchmesser beträgt 1,06 Met. (3 Fuß 5½ Zoll engl), und sie

haben an der innern Seite einen Spurkranz, damit sie nicht von der Bahn gehen können. Sie sind ebenso, wie die Triebräder, unveränderlich auf die Achsen gestellt, die sich in Schmierbüchsen drehen, welche wir bereits kennen gelernt haben.

Die Construction dieser Räder ist in verschiedenen Figuren auf den Tafeln XXXIV bis XXXVII dargestellt.

Die kleinen und die großen Räder haben gleiche Einrichtung. Der Durchmesser der Triebachse beträgt 0,127 Meter (4 Zoll 10 Linien rhein.); der 0,08 Met. (3 Zoll) betragende Durchmesser ist bei allen drei Achsen gleich.

Die Naben bestehen aus Gußeisen; die der großen Räder haben 0,55 Meter (21 Zoll), die der kleinen 0,40 Meter (15¼ Zoll) im Durchmesser. Sie sind durch 4 Keile oder Schlüssel, die in 4 Schlüsselwege in der Achse gehen, an der Achse befestigt. Auf diesen vier Keilen ruht das Gewicht der Maschine, und man kann mittelst derselben die Räder leicht centriren und unveränderlich befestigen, die auf diese Weise in ihren respectiven Entfernungen gehalten werden. Die in der Nabe gelassenen leeren Räume dienen nur dazu, das Gewicht derselben zu vermindern. Die Radfelgen bestehen aus Gußeisen und sind 0,11 Met. (4 Zoll 2 Linien) stark. Nach der ganzen Peripherie ist ein leerer Raum von 0,06 Meter (2¼ Zoll) zur Gewichtsverminderung geblieben. Die untern Lappen C dienen zur Aufnahme der Speichen, die aus Schmiedeeisen bestehen, die hohl sind, einen Durchmesser von 0,05 bis 0,06 Meter (23 bis 27 Linien) und eine Stärke von 0,02 Met. (¾ Zoll) haben. Ihre Anzahl beläuft sich auf 20; sie sind auf der Ebene des Rades geneigt und so in Nabe und Felge befestigt, daß sie von der einen Seite der einen zu der entgegengesetzten Seite an der andern gehen. Diese Einrichtung

20*

hat den Zweck, dem ganzen Rade mehr Festigkeit zu geben, so daß es den Stößen und der Reibung besser widerstehen kann, indem sie seine Ebene sehr senkrecht erhält. Um die Speichen in der Nabe zu befestigen, umgiebt man die beiden Enden jeder Speiche mit einer Boraxschicht, und nachdem man ihre Oeffnungen gehörig verschlossen hat, legt man sie in die bereits angefertigte Massenform der Felge und der Nabe, so daß, wenn sich das in die Form eingegossene flüssige Metall diesen Enden nähert, der Borax nach und nach schmilzt und eine vollständige Adhäsion bewirkt, indem er die Oberflächen reinigt. Die Nabe wird zuerst gegossen, und man läßt sie $\frac{3}{4}$ Stunden in der Form, ehe man die Felge abgiebt, indem sich letztere, wegen ihres größern Durchmessers, weit mehr während der Abkühlung zusammenzieht. Dadurch werden die Speichen nach dem Mittelpuncte gedrängt, während, wenn man dagegen die Felge gleichzeitig mit der Nabe abgösse, die ungleichen Zusammenziehungen der erstern und des Mitteltheils Brüche oder Entstellungen des ganzen Rades veranlassen würden. Zum Binden des Rades dient ein gewalzter Reif von sehr gutem, ausgeschweißtem Eisen, dem die Kreisform über dem Rade mittelst Hämmer ertheilt und der dann zusammengeschweißt ist. Der Reif der Laufräder hat einen Spurkranz, und die auf den Schienen ruhende Oberfläche ist conisch und hat gleiche Neigung mit der, welche jeder Schiene, nach dem Innern der Bahn zu, gegeben worden ist. Diese Einrichtung sucht für sich allein schon die Maschine fortwährend in die Bahn zurückzuführen. In den Krümmungen, in denen ein Rad einen weit größern Raum durchlaufen muß, als das ihm entgegengesetzte, ist die aus dem Conischen herrührende Differenz schon hinreichend. Die Spurkränze haben nur den Zweck, die Maschinen in der Bahn zu erhalten; allein ihre Reibung gegen die

Schienen ist nicht dauernd, selbst in den Krümmungen. Die Reife werden warm auf die Räder gelegt und ziehen sich beim Abkühlen zusammen, so daß sie jene fest zusammenhalten. Es ist von Wichtigkeit, daß alle Theile der Räder fest miteinander verbunden seien, um jede Formveränderung, welche Druck und Stöße herbeiführen können, zu vermeiden. Jedoch dürfen die Reife nicht zu warm aufgelegt werden, um die Grenzen der Elasticität des Eisens nicht zu übersteigen, denn sie würden sonst nach einer Zeit des Gebrauchs der Räder zersprengt werden. Mit der Felge ist der Reif durch Bolzen verbunden, deren Köpfe versenkt sind, und es werden dann die Räder paarweis genau abgedreht, um gleichen Durchmesser zu erhalten.

Die Treibräder sind breiter als die übrigen und haben oft keinen Spurkranz, indem die vier Laufräder hinreichen, um die Maschine auf der Bahn zu erhalten.

Die Räder der ersten Locomotiven bestanden aus Gußeisen; allein man hat gefunden, daß es schwierig und gewissermaßen unmöglich war, die von ihrer Abkühlung herrührenden ungleichen Zusammenziehungen zu vermeiden. Auch widerstanden sie den Stößen, denen sie ausgesetzt waren, nicht. Auch wurde das Gußeisen in dem Winkel der Spurkränze durch seine Reibung sehr rasch abgenutzt. Endlich bemerkte man auch noch, daß die Elasticität des Gußeisens geringer als die des Schmiedeeisens ist.

Auf der Liverpool-Manchester-Bahn hat man es versucht, mit Eisen armirte hölzerne Räder anzuwenden, und hat gefunden, daß sie eine weit größere Elasticität besitzen.

Stephenson hat Räder angewendet, deren Speichen von Schmiedeeisen und in das Gußeisen des übrigen Rades beim Gusse selbst eingelassen sind. Wir haben es bereits auseinandergesetzt, warum man

dem Gußeisen, wegen der heftigen Stöße, denen die Räder unterworfen sind, nicht mit Sicherheit anwenden kann.

Eine außer der Nabe gänzlich aus Schmiedeeisen bestehende Art von Rädern ist von Stephenson angenommen worden. Diese kostbare Einrichtung hat den Vortheil einer großen Festigkeit. Die Speichen, deren gewöhnlich 20 vorhanden sind, schmiedet man besonders. Das in die Nabe tretende Ende hat eine kurze Gabel, welche in dem flüssigen Gußeisen als Haken wirkt. Das andere Ende der massiven Speichen hat einen kreisrunden Durchschnitt und ist in zwei platte Theile gespalten, die nach der Peripherie des Rades getheilt sind.

Ueber diesen gekrümmten Theilen liegt ein eiserner Reif, der die Felge bildet, und der mit jenen durch starke Niete verbunden ist. Um diesen Reif wird auf die gewöhnliche Weise noch ein anderer gelegt, der mit einem Spurkranze versehen ist. Auf der Peripherie sind fünf oder sechs andere Niete vorhanden, die durch die Lappen der Speichen, durch die eiserne Felge und den Reif gehen und außerhalb versenkte Köpfe haben. Der Reif bedeckt die innere Seite der Felge, wie man bei b sieht; zuweilen ist diese Bedeckung aber nur 3 bis 4 Millimeter (1,3 bis 1,8 Linien) stark.

Man macht auch eiserne Räder aus einem Stück, mit Ausnahme der Nabe, und diese sind in jeder Beziehung besser als die übrigen. Ueberhaupt hat man sehr viel verschiedene Abänderungen von Rädern angewendet.

Der Raddurchmesser der Locomotiven ist nach den Leistungen, die sie zu verrichten haben, verschieden.

Zum Transport von Gütern, wobei nur eine geringe Geschwindigkeit, aber eine bedeutende Zugkraft erforderlich ist, beträgt der Durchmesser der Trieb-

rädern, 4 bis 4½ engl. Fuß (1,22 bis 1,37 Meter), und sie sind mit den Hinter- oder Vorderrädern gekuppelt, die daher gleiche Dimensionen haben müssen. Zuweilen sind auch alle 6 Räder gekuppelt.

Bei dem Personentransport ist die Belastung stets mäßig. Die Triebräder haben stets einen bedeutenderen Durchmesser als die andern; er beträgt im Allgemeinen 5 bis 5½ Fuß (1,53 bis 1,68 Meter), ja einige Maschinenbauer haben ihn bis auf 6 Fuß (1,83 Meter) und mehr erhöht, und es ist wahrscheinlich, daß diese letzteren Dimensionen allgemein angenommen werden.

Die Zunahme des Raddurchmessers ist wichtig für die Zunahme der Geschwindigkeit, und Brunel hat daher den Locomotiven auf der von ihm erbauten London-Bristol- oder großen westlichen Bahn Triebräder von 7, 8 und selbst 10 engl. Fuß (2,13; 2,44; 3,05 Met.) Durchmesser gegeben. Die Resultate, die er dadurch erlangt hat, sind nicht so vollkommen, als er gehofft hat; jedoch hat die Geschwindigkeit in einem bedeutenden Verhältnisse zugenommen, indem Maschinen der Art mehrere Reisen mit einer Last von 40 Tonnen und mit einer mittleren Geschwindigkeit von 14 bis 15 Lieues (9 bis 10 Meilen) in der Stunde gemacht haben.

Faßt man nun das zusammen, was die neueren Erfahrungen über die mechanische Wirkung größerer oder kleinerer Räder an die Hand gegeben haben, so gelangt man zu dem Resultat, daß die großen Räder von 7 bis 10 Fuß Durchmesser auch Maschinen mit verhältnißmäßiger Heizfläche haben müssen. Bei Rädern von 7 Fuß Durchmesser ist eine Heizfläche von etwa 700 Quadratfuß erforderlich, und bei ihrer etwas größern sind auch Räder von 10 Fuß sehr wirksam, welches bei einer kleinern Heizoberfläche von 500 Quadratfuß durchaus nicht der Fall war. Es folgt hier-

aus, daß die Größe der Räder mit der Kraft der Maschine wenig zu thun hat, sondern daß dieselbe vielmehr ganz von der Heizfläche abhängt.

Die kleinen Räder der Locomotiven haben gewöhnlich 3 Fuß (0,915 Meter) im Durchmesser. Einige Maschinenbauer haben jedoch den Durchmesser der Vorderräder bis auf 3½ Fuß (1,22 Meter) vergrößert. Es ist dies eine sehr zweckmäßige Abänderung, indem diese Räder, die einen bedeutenden Theil von dem Gewichte der Maschine zu tragen haben, wenn sie einen zu geringen Durchmesser haben, die Bahn sehr angreifen.

Die Verbindungen der Maschine mit dem Tender.

Die Maschine ist stets von ihrem Brennmaterial und von dem zur Speisung des Kessels erforderlichen Wasser begleitet.

Der Tender oder Munitionswagen, der dieselben enthält, ist mit der Maschine mittelst eines Apparats (Fig. 27, Taf. XXXVII) verbunden, der Bewegungen nach allen Richtungen gestattet. Es ist dies unerläßlich, weil der Tender selten der genauen Linie folgt, welche die Maschine auf der Bahn durchläuft. An dem hölzernen hintern Querbalken des Rahmens ist eine Eisenplatte befestigt, und diese nimmt einen Bolzen auf, der durch eine auf beiden Seiten in eine kurze Röhre endigende Stange geht. Blechplatten nehmen die ganze Länge des Tenders ein. Bei einer andern Einrichtung findet der Unterschied gegen die vorhergehende Verbindung statt, daß die vorliegende nur mit dem Feuerkasten, die andere mit dem Rahmen besteht. Es ließen sich außerdem noch mehrere andere Verbindungsarten nachweisen.

Die Speisepumpen verbinden die Maschine mit dem Tender durch Röhren. Man hat es versucht,

sie aus Leder oder Kautschuk zu machen; allein sie bedürfen einer großen Festigkeit und man muß sie durchaus aus Metall machen, um das Wasser im Tender mit dem überflüssigen Dampfe vorwärmen zu können. Man macht sie gewöhnlich aus Messing und nach allen Richtungen beweglich.

Jackson und mehrere andere Maschinenbauer wenden die in den Fig. 21 und 22 angegebene Verbindung an. Die beiden Kugeln a und b bilden Kniee und gestatten alle Bewegungen. Die beiden Röhren c, d haben eine eigenthümliche Verbindung; ein Stück e mit innerem Schraubengewinde nimmt die äußerlich mit einem Gewinde versehene Röhre d auf. Die Röhre f verlängert sich im Innern der Röhre g, reibt sich an den Punkten i i, b b und erlaubt die Seitenbewegungen, indem sie einem Kreise folgt, der senkrecht auf dem Durchschnitte der Röhre selbst steht. Der Ring H dient zum Aufhängen der Verbindung an dem Boden, auf welchem der Führer steht, ohne den verschiedenen Bewegungen, die sie annehmen, nachtheilig zu sein.

Fig. 22 ist eine allgemeine Ansicht von oben.

Bei der Ankunft an den äußersten Puncten der Bahn müssen die Führer die Maschine stets von ihrem Tender trennen, um sie auf die Plattformen gelangen lassen zu können, und in diesem Falle muß man sie leicht von einander ablösen können. Der Verbindungsbolzen zuvörderst ist leicht wegzunehmen, da er am untern Theile nur durch einen Keil festgehalten wird; darauf schraubt man einen der mit Gewinden versehenen Muffe e los und die Röhre d trennt sich alsdann von der Röhre o. Der Muff e reibt auf den Röhren mittelst der Oberflächen p und tritt gegen einen Kreis R, der ihn aufhält und der auf die Röhre d mit Bolzen befestigt ist. Diese Art der Zusammensetzung läßt in Beziehung auf die Festigkeit nichts zu

wünschen übrig und ist wegen ihrer leichten Ablösung überall angenommen.

Die innere Röhre f, welche, wie wir bemerkt haben, an den Puncten h und i des äußern Cylinders luftdicht aufliegt, geht auch durch eine Art Stopfbüchse m', die angezogen werden kann, wenn sie abgenutzt ist. Die Röhre f schiebt sich hin und her, je nachdem der Tender sich der Maschine nähert oder sich davon entfernt. Die Schrauben h, h' dienen zum Anziehen der Kugeln a und b, wenn sie abgenutzt sind.

Man muß dafür sorgen, vor dem Betriebe einer Locomotive alle sich reibenden Oberflächen zu schmieren. Wir haben schon bemerkt, welche Differenz der Kraftverluste man erhält, wenn man die Oberflächen, statt sie zu schmieren, befeuchtet. — Anders ist die weiter oben bei den Borsig'schen Maschinen beschriebene und abgebildete Röhrenverbindung.

Der Tender.

Derselbe enthält das Wasser, die Coaks und alles das, was der Maschinist sowohl auf der Bahn während des Betriebes, als auch auf den Stationen bedarf. Seine allgemeine Einrichtung bietet nichts Bemerkenswerthes dar und ist bei den verschiedenen Maschinenbauern verschieden. Hinten an dem Tender sind zwei Kissen von Büffelleder angebracht, welche den Haarkissen an jedem Wagen und an der Maschine selbst entsprechen. Diese Kissen haben eine runde, eiserne Stange, die in einem Muff läuft und mit einer Feder in Verbindung steht, welche den Stoß vermindert. Der Ring, welcher zum Anhängen des Wagenzuges dient, endigt in ein viereckiges Stück Eisen, durch welches die Feder geht. Diese ist an zwei Puncten mit den Stößerstangen verbunden. Man

sieht die Ansicht eines sechsrädrigen Tenders auf Taf. XXXVII.

Der Tender hat vier, gewöhnlich aber auch sechs Räder; sie bestehen aus Gußeisen, sind im Ganzen gegossen, mit einem schmiedeeisernen Reife mit Spurkranz versehen und auf die Achsen gekeilt. Die Schmierbüchsen sind denen an der Maschine ähnlich, und die Federn stützen sich gegen den äußern Rahmen. Die Schutzbleche sind übrigens auf die gewöhnliche Weise mit Stangen verbunden.

Der Wasserbehälter besteht aus Blechtafeln von 0,005 Met. (2¼ Lin.) Stärke, die durch Niete und in den Winkeln durch Kehlrinnen zusammen verbunden sind. Er wird von Stücken Eisen getragen, die genietet und an den Rahmen geschraubt sind. Der obere Theil des Behälters ist mit einem blechernen Kasten versehen, der vier Abtheilungen hat und die verschiedenen Gegenstände enthält, deren der Maschinenführer stets bedarf, wie Fett, Oel, Kupfer und Hanf. Die Speisepumpe nimmt das Wasser aus diesem Behälter mittelst eines kleinen, metallenen, gewöhnlich conischen Hutes auf, der von allen Seiten geschlossen und mit sehr vielen Löchern versehen ist, um zu vermeiden, daß fremdartige Körper in die Pumpe gelangen.

Der mittlere Raum des Tenders unter dem Wasserbehälter ist mit Coaks angefüllt.

Die Fig. 23, Taf. XXXIX, giebt einen Theil von dem Durchschnitte des Wasserbehälters, dessen Niveau bis **ab** geht; der Durchschnitt ist ähnlich der andern Seite von der Achse des Tenders. Ein Hahn mit senkrechter Stange **A** gestattet das Einströmen des Wassers in die Röhre der Speisepumpe. Das Sieb z ist unerläßlich; denn der geringste fremde Körper würde das Spiel der Ventile verhindern. Der Griff oder die Handhabe n, zu welcher der Führer

gelangen kann, gestattet, den Ausflußdurchschnitt des Wassers in die Pumpe zu reguliren.

Die Bremsen.

Der wichtigste Apparat an dem Tender, den wir noch kennen zu lernen haben, ist die Bremse, welche dazu dient, die Geschwindigkeit der Maschine zu mäßigen. Sie wird gegen die Räder gedrückt, veranlaßt eine Reibung und hindert die Bewegung der Maschine.

Die einfachste Bremse ist die, welche nur auf ein Rad wirkt. Ein hölzerner, an der dem Rade zugekehrten Seite kreisrund ausgeschnittener Block, der sogenannte Bremsschuh, ist mit einer eisernen Platte verbunden und dreht sich um einen festen Punct, der dem Tenderrahmen angehört. Ein Hebel, gegen den man drückt, veranlaßt den Druck der Bremse gegen das Rad; allein da der Druck mit einem Hebel weder stark genug zu sein scheint, noch nach und nach erfolgt, so wendet man wohl eine Einrichtung mit einer Schraube an. Es ist übrigens klar, daß, je mehr die Peripherie des Rades von einem großen Bogen umfaßt wird, um so stärker die Wirkung der Bremse sein muß.

Kräftiger wirkt aber die Bremse, wenn sie gegen beide Räder drückt. Fig. 27, Taf. XXXVII, zeigt die einfachste Form einer doppelten Bremse, welche bereits oben bei der Borsig'schen Maschine beschrieben worden ist.

Wir beendigen unsere Bemerkungen über den Tender, indem wir die Vorrichtung angeben, welche bei den meisten Maschinen zur Erwärmung des Wassers in jenem existiren. Auf der Röhre der Speisepumpe ist eine Tubulatur mit Bügel angebracht, mit der ein gerades Rohr verbunden wird, welches den

Dampf am obersten Theile des Kessels aufnimmt und ihn durch die Pumpen, wenn sie nicht im Betriebe sind, in den Wasserbehälter führt. Es geschieht dies dann, wenn die Maschinen stillstehen, oder wenn sie geneigte Stellen der Bahn abwärts gehen, indem dann viel überflüssiger Dampf im Kessel vorhanden ist, der sich in dem Behälter verdichtet und das Wasser erwärmt. Der Hahn dieser Röhre ist im Bereiche des Führers. Er muß ihn unter den genannten Umständen öffnen, sowie auch zu gleicher Zeit die Hähne der Speisepumpen, wodurch, abgesehen von der Ersparniß an Brennmaterial, auch die Ventile geschont werden.

Anhang zum vierten Abschnitt.

Bemerkungen über die expansionsweise Benutzung des Dampfes bei stehenden Dampfmaschinen und Dampfwagen.

Die Theorie der mechanischen Arbeit, welche man durch in Dampf verwandeltes Wasser erhalten kann, zeigt, wie nützlich eine Expansion des Dampfes ist, bevor er entweder in die Luft übertritt oder condensirt wird. Berechnet man die größte Wirkung, welche Dampf ausübt, der bei einer bestimmten Temperatur erzeugt und bei einer niederen abgeleitet wird, so findet sich ein großer Unterschied, je nachdem man voraussetzt, daß der Dampf eine Expansion erfahren soll, oder nicht.

Der Vortheil expansionsweiser Benutzung des Dampfes ist lange bekannt und durch die Erfahrung bestätigt; es sind eine große Anzahl Maschinen hergestellt worden, die auf solche Art nicht nur einen Gewinn an Kraft, sondern auch eine Ersparniß von

Brennmaterial hervorbringen. Namentlich sind bekanntlich die Cornwaller Dampfmaschinen bei Benutzung der expansionsweisen Wirkung des Dampfes vorangegangen und haben dadurch eine Brennmaterialersparniß bis zu $\frac{2}{3}$ des frühern Bedarfes bewirkt. Bei diesen Maschinen ließen sich aber auch die mit Anwendung starker Expansion verbundenen Nachtheile, nämlich bedeutende Verminderung des Dampfdruckes gegen Ende des Hubes, am leichtesten übersehen, da durch die hierdurch verursachte Unregelmäßigkeit in der Bewegung nur ein geringer Einfluß auf das Spiel der Wasserpumpen ausgeübt wird. Bei Maschinen, welche zu andern Zwecken bestimmt sind, hat man den durch die Unregelmäßigkeit der Bewegung hervorgebrachten Uebelständen abzuhelfen gesucht, theils durch Benutzung mehrerer Cylinder von verschiedenem Volumen, wo der in den kleinen Cylinder gewirkt habende Dampf in den großen tritt und sich dabei expandirt, wie dies bei der Woolf'schen Dampfmaschine der Fall ist, theils durch Anwendung stark wirkender Schwungräder bei Maschinen mit nur einem Cylinder.

Hochdruckmaschinen mit Expansion und ohne Condensation sind jetzt die am mehrsten verbreiteten, sie sind zugleich die einfachsten und am leichtesten herzustellen. Bei der in der neuern Zeit mehr auf die Construction dieser Maschinen verwendeten Aufmerksamkeit hat man auf verschiedenen Wegen Mittel aufgesucht, um die Zuführung des Dampfes für constante sowohl, als veränderliche Expansion so vortheilhaft als möglich herzustellen:

Unter den verschiedenen bis jetzt in Gebrauch gekommenen Vorrichtungen sind folgende zu erwähnen:

1) Man erzielt die Expansion durch Anwendung eines zweiten Cylinders, dessen Fassungsraum 3-,

4 oder 5 Mal größer ist, als der des ersten, in welchem letztern der Dampf mit voller Spannung wirkt.

2) Expansionswirkung in einem einzigen Cylinder durch Anwendung eines zweiten Dampfschiebers außer dem gewöhnlich angewendeten. Dieser zweite Schieber liegt in einem besonderen Dampfkasten, in welchen der frische Dampf einströmt, und gestattet die Einströmung des Dampfes in den gewöhnlich angewendeten Dampfkasten nur während einer bestimmten Zeit. Der zweite Schieber kann dieselbe oder die doppelte Geschwindigkeit des ersten haben, je nachdem er durch eine kleinere oder ebenso große Bahn sich bewegt, oder je nachdem er seine Oeffnung oberhalb und unterhalb oder immer nur von einer Seite bedeckt. In beiden Fällen kann man den Grad der Expansion verändern, doch muß dabei die Maschine erst zum Stillstande gebracht werden. Eine Expansion dieser Art findet sich an der Maschine von Imbert vor.

3) Die Expansion und Dampfvertheilung erfolgt durch einen einzigen Schieber; hierbei giebt es verschiedene Bewegungsarten des Schiebers, entweder durch ein einfaches kreisförmiges oder façonnirtes Excentricum, oder durch ein doppeltes Excentricum mit gegen einander verstellbaren Scheiben.

Bei einem einfachen kreisförmigen Excentricum erhält die Einströmungsöffnung eine größere Höhe als zur Zulassung des Dampfes erforderlich ist und der Schieber einen verhältnißmäßig größeren Weg, ferner wird der Mittelpunct der excentrischen Scheibe gegen die Richtung des Kurbelarmes ein Wenig vor- oder zurückgestellt. Dieses Verfahren ist bei den Schiffsdampfmaschinen in Anwendung.

Bei Anwendung einer façonnirten Scheibe dient

dem einen Theil ihrer Form dazu, die Einströmungsöffnung des Dampfes während eines Theiles des Kolbenhubes geöffnet zu erhalten, der andere Theil dazu, diese Oeffnung während des noch vorhandenen Restes vom Kolbenwege zu schließen und geschlossen zu halten. Will man hier den Grad der Expansion verstellen, so muß man entweder die ganze Scheibe, oder den Theil, welcher den Schluß der Einströmungsöffnung bewirkt, verändern, was am einfachsten durch zwei neben einander liegende façonnirte Scheiben erfolgen kann, die nur gegen einander verstellt zu werden brauchen. Das Letztere ist bei der Dampfmaschine von Saulnier d. Aelt. und Andern der Fall, natürlich ist aber eine Verstellung nur bei stillstehender Maschine möglich.

4. Expansion durch bewegliche Platten am Dampfschieber. Dieses System ist von Farcot angewendet worden und zeichnet sich dadurch aus, daß die Platten während des Ganges der Maschine verstellt werden können, wodurch man bei Benutzung der Bewegung durch den Regulator eine veränderliche Expansion erhält. Ein ähnliches Verfahren hat Edwards angegeben und an mehreren Maschinen angewendet, sowie Pauwels und mehrere englische Maschinenbauer.

5. Expansion durch eine drehbare Scheibe, welche neben der Scheibe liegt, durch welche die Vertheilung des Dampfes erfolgt. Dieses Verfahren ist sehr einfach und bei der oscillirenden Maschine von Cavé angewendet. Die Vertheilung des Dampfes erfolgt durch eine Scheibe mit continuirlicher Kreisbewegung; in derselben befindet sich eine Oeffnung, die abwechselnd mit dem obern und mit dem untern Dampfwege communicirt; wird nun neben dieser Scheibe eine zweite mit ähnlicher Oeffnung angebracht, so kann

man durch Verstellung der letztern den Augenblick des Dampfeintrittes beschleunigen oder verzögern, und es läßt sich auch die gewünschte Stellung der zweiten Scheibe, ohne den Gang der Maschine aufzuhalten, hervorbringen.

6. Expansion durch das Dampfadmissionsventil. Maudslay und nach ihm mehrere andere Maschinenbauer haben an der Achse des Centrifugalregulators eine Büchse mit spiralförmigen Kämmen angebracht, welche durch die Regulatorkugeln gehoben oder gesenkt wird und auf das Admissionsventil so wirkt, daß dasselbe während kürzerer oder längerer Zeit geöffnet bleibt. Dieses Verfahren, zwar schon längere Zeit vorgeschlagen, hat doch erst eine größere Verbreitung durch Meyer in Mühlhausen gefunden. Es setzt eine sehr gute Arbeit der wirkenden Theile voraus.

7. Expansion bei Ventilsteuerung. Bei Maschinen mit Vertheilung des Dampfes durch Ventile wird die Anwendung von Dampfexpansion dadurch bewirkt, daß man die Ventile durch façonnirte Scheiben heben und während der erforderlichen Zeit in geöffneter Stellung erhalten läßt. Gengembre hat mehrere Maschinen der Art construirt, und die Einrichtung der Cornwaller Dampfmaschinen ist ebenfalls hieher zu rechnen.

8. Man bewirkt auch eine Expansion durch den gewöhnlichen Dampfschieber, wenn man denselben mittelst Hebel bewegt, die durch die Kurbelstange ursprünglich in Bewegung gesetzt werden. Diese Einrichtung hat Hawthorn bei Locomotiven und Schneider in Creuzot bei seinen horizontalen Bergwerksmaschinen angewendet.

9. Das System von Trésel in St. Quentin besteht aus 2 Schiebern, von denen der eine gewöhnlicher Dampfschieber, der andere Absperrungsschieber ist. Beide neben einander liegende Schieber werden durch zwei excentrische Scheiben von gleicher Form, aber verschiedenem Hube in Bewegung gesetzt.

Fünfter Abschnitt.

Wartung und Reparatur der Dampfmaschinen.

Werkzeuge.

Die Besitzer von Dampfmaschinen thun gut, ihren Maschinisten alle diejenigen Werkzeuge, so sie bedürfen und deren Gebrauch sie außerdem etwa vorzugsweise kennen, in bester Beschaffenheit herzurichten.

Der Maschinist kommt mehr als jeder andere Practiker in den Fall, die verschiedenen Handwerke brauchen und kennen zu müssen. Bei guter Einrichtung der Werkzeuge, bei einiger freien Zeit, die ihm die Wartung der Maschine überläßt, beschäftigt er sich gern in der Art, daß er Ersatzstücke, Reparaturen, auch wohl ganz neue Zuthaten und Verbesserungen herstellt.

In solcher Weise bleibt er in Uebung, vervollkommnet sich und weiß dann in den meisten Vorfällen mit Rath und That rasch zu helfen.

Von den Werkzeugen des Schlossers sind nöthig: Ein guter Schraubstock mit Spannblech und Blei-

[illegible] en in allen Sorten, [illegible],
Bastard- und Schlichtfeilen, flache, halbrunde und ganz runde Feilen; Hämmer, Bohrer, Bohrwinde und Meißel; eine Schneidkluppe mit den gewöhnlichen Gewinden, z. B. für Röhr- und Getriebständer-Schrauben.

In großen Anlagen wird ein Schmiedefeuer mit mehreren Hämmern, Setzeisen, Locheisen u. dgl. oftmals gebraucht werden können, dazu eignet sich die tragbare Schmiede gut, welche man in Prechtl's Encyclopädie Artikel „Schmieden" beschrieben und gezeichnet findet.

Für jede verschiedene Sorte von Schraubenmuttern muß ein besonderer Schlüssel, Gabelschlüssel, vorhanden sein. Außerdem ist ein großer und ein kleiner englischer oder Universalschlüssel anzuschaffen. Diese liefert gewöhnlich der Maschinenfabrikant zu der Maschine.

Jene Schraubenschlüssel werden aber recht rein gehalten, an einem Brete, dem Zeugrahmen, ordentlich aufbewahrt. Daselbst finden wir ferner noch den kupfernen Hammer zum Antreiben der Keile, einen hölzernen Schlägel, die Schraubenzieher zum Entleeren der Stopfbüchsen.

Um große viereckige Muttern, z. B. der Fundamentschrauben, zu bewegen, biegt man das Ende eines 1—1¼" □" Eisenstabes zweimal im Winkel um, so daß der Zwischenraum die Mutter faßt, und behält noch als Stiel die Länge von 4—5' dieses Stabes übrig.

Von Schreinerwerkzeugen werden gebraucht: eine gewöhnliche Säge, eine Loch- und Schweifsäge, diverse Holzbohrer, Meißel und Raspeln, ein Hobel.

Zum Anreiben des Oelkittes dient ein Farbereibstein mit eisernem Läufer.

Der Hanf. Man nehme vom besten und schönsten. Er muß lang, rein ausgezogen, frei von Werg sein und vor allen Dingen keinen Staub, Sand oder Anichen oder Schäben enthalten. Letztere Verunreinigungen machen ihn zu Stopfbüchsen ganz untauglich.

Zu dünnen Schieberstangen, zu Schwimmerdrähten nimmt man, in Ermangelung von sehr gutem Hanf, auch wohl Flachs. Schwimmer-Stopfbüchsen werden aber am besten nur mit Lampendochtbaumwolle gepackt.

b. Starke gebleichte und ungebleichte Leinwand wird in Streifen geschnitten, um solche Kränze gewickelt, die hier und da gelöset, aber nicht immer neu gewickelt werden können. Diese Streifen taucht man in den weichen Oelkitt und wickelt sie recht gleichmäßig um die Ringe.

c. Zum Abputzen des Fettes u. dgl. von den Maschinentheilen darf es dem Wärter nie an Putzlappen oder an Werg fehlen. Dazu dienen leinene, noch besser baumwollene Lappen — nicht Lumpen. — So lange sie nicht ganz mürbe und brüchig sind, können sie ausgewaschen werden; mit heißem Wasser übergossen, das ja immer vorräthig ist, und mit Zusatz von etwas Pottasche, ist das Fett bald entfernt.

Wir rathen dem Besitzer, nicht, wie wir es oft gesehen haben, den Maschinisten in der Verabfolgung von Putzmaterial zu beschränken: eine unsaubere Maschine consumirt sogleich zehnmal mehr, als jenes Material kosten würde. Maschinisten und Wärter sollen aber nichtsdestoweniger ordentlich damit zu Rathe gehen und es nicht so rasch dem Feuer übergeben, wie es meistens geschieht.

Was die Schmiermittel anbetrifft, so rathen wir unbedingt, die besseren und besten anzuwenden. Jeder

Fabricant mache deßhalb sorgfältige Proben und Vergleiche, sehe darauf, daß die kostspieligen Oele und Fette nicht so wie die billigen angewendet und verschleudert werden. Er wird sich unter Erwägung aller Umstände der Consumtion, des größern oder geringern Verschleißes, der Abnutzung seiner Maschine u. s. w. bald bewogen finden, nur das reine, feine Fett und Oel gebrauchen zu lassen.

Veruntreuungen davon, wie sie leider auch schon vorgekommen sind, könnten dadurch bald verleidet werden, daß man dem Oele oder Fette eine geringe Portion Terpenthinöl zumischt.

Rohes und gekochtes Leinöl (Leinölfirniß), Mennige, Bleiweiß u. dgl. sollen in bester Qualität und immer in einigem Vorrath angeschafft sein.

Gerade in diesen Unterhaltungsartikeln spare der Besitzer nicht, sondern er beherzige nur, daß der wohlfeile Kauf hier gerade sehr zum schlechten wird.

Kitt. — Es sind davon hauptsächlich zwei in Anwendung, nämlich der Oel- oder Mennigkitt und der Eisenkitt.

Der erstere wirkt, indem die mit einem trocknenden Oel (Lein-, Hanf-, Madia-Oel) angemachte Masse sich fest an die zu verbindenden Flächen legt, dicht zusammengepreßt wird und so eine dichte, nicht bröckliche Kruste bilden wird.

Beim Eisenkitt wirkt das Zusammenrosten der zu verbindenden Theile mit dem zwischengelegten Kitt, verursacht durch die Anfeuchtung und den Salmiakgehalt.

Der Oelkitt, sowie man ihn gewöhnlich anfertigt, nämlich mit reinen Bleipräparaten, Mennig und Bleiweiß, ist zu theuer. Hr. Scholl hat demnach unter Anleitung von Grouvelle einen Zusatz von Pfeifenthon versucht und folgende Zusammensetzung als bewährt gefunden:

1 Theil Mennig,
2½ „ Bleiweiß,
2 „ Thon.

Mennig und Bleiweiß werden für sich feingerieben, ebenso der Thon, der sehr gut getrocknet sein muß. Dann mischt man die Ingredienzien und gießt von gekochtem Leinöl hinzu.

Nun kommt es darauf an, ob der Kitt steif oder weich sein soll, wo er im ersten Falle für sich allein zwischen die Fugen gelegt, im andern Falle an Hanfzöpfe oder Leinwandstreifen gestrichen wird.

Den steifen Kitt bekommt man bei vorsichtigem Zusatze von Leinöl und fortwährendem Klopfen, Mischen und Durcharbeiten mit einem eisernen Hammer. Er ist gut, wenn er durch und durch feucht und gleichförmig ist, und wenn man ihn zwischen den Händen eben rollen kann und er diese Gestalt behält.

Man wendet ihn an mit Bleikränzen von 1—1½''' Dicke, die man mit etwas Leinöl bestreicht und auf beiden Seiten circa 2''' gleich dick mit Kitt belegt.

Um das Abfallen des Kittes zu verhüten, wickelt man einige dünne Spfeiße Hanf um den Kranz. Eingelegt, gut verschraubt, kann ein solcher Kranz sehr bald der Wärme und dem Drucke des Dampfes ausgesetzt werden.

Der weiche Oelkitt wird mit dem Läufer unter größerem Oelzusatz gerieben, bis er ganz gleichförmig ist und zum Zeichen der gehörigen Consistenz sich sehr langsam vom Spatel zieht und abtropft.

Beide Sorten des Oelkittes können und müssen vorräthig gehalten werden; man verwahrt sie demgemäß im Wasser oder unter Wasserbedeckung auf, welche das Austrocknen verhütet.

Der steife Kitt wird immerhin aber etwas härter und für die Anwendung zu hart, welche Eigenschaft

aber durch einiges Klopfen verloren geht, das ihn also wieder anwendbar macht.

Die Töpfe zum Aufbewahren des Kittes sollen, zugedeckt und rein gehalten, an einem kühlen Orte stehen.

Die Mischungsverhältnisse bei dem Eisenkitt werden sehr verschieden angegeben: da ist er gut, wo in allen Fällen ein starkes Rosten der Feil- oder Bohrspäne stattfindet, welches sodann eine jede Composition als tauglich, ja sogar als probat erscheinen läßt. Hr. Scholl hat sich, seinem „Führer des Maschinisten" zufolge, einer der nachstehenden Zusammensetzungen mit gutem Erfolge bedient:

100 Pfund rostfreie Feil- oder Bohr-(Dreh-)späne,
$\frac{1}{2}$ „ Salmiak,
$\frac{1}{2}$ „ Schwefelblumen.

Feilspäne sind allerdings besser als Dreh- und Bohrspäne, in denen stets Staub und Graphit sich befindet: man wird aber in den wenigsten Fällen solche Massen von jenen aufbringen, als zu den Verkittungen gewöhnlich gebraucht werden. — Die Späne werden durch ein Sieb getrieben, so daß die größten Stücke höchstens wie ein Rapskorn sind. Der Salmiak wird ebenso gröblich gepülvert, die ganze trockene Masse gut gemengt und mit Urin angefeuchtet. Unter beständigem Durcharbeiten und Schlagen und wiederholtem Anfeuchten wird sich die Masse bald erhitzen, trocken und brüchig werden. In diesem Zustande wird sie in die Fugen gebracht und so fest als möglich mit Stemmeisen und Hammer eingetrieben. Dabei wird der Kitt wiederum feucht, sogar ganz weich. Man verstreicht zuletzt die Fugen ganz glatt und läßt solche Verkittungen wenigstens zwei Tage anziehen und trocknen. Als Zeichen einer guten Verkittung erscheinen dann auf der äußern, zuerst hart gewordenen Rinde hier und da schwärzliche Tropfen.

Es ist schon früher gesagt worden, daß die Flächen, welche hiermit dicht gemacht werden sollen, ganz rein metallisch und rostfrei sein müssen. Die geringste Spur von Fett verhindert das Angreifen; ebenso faßt er nicht auf getheerten Kesseln.

Daß überhaupt nur eiserne Theile damit verkittet werden können, versteht sich.

Man kann denselben in einem eisernen Topfe, fest eingestampft und mit Wasser übergossen, lange aufbewahren. Will man davon gebrauchen, so gieße man das Wasser in ein anderes Gefäß ab, setze der herausgenommenen Masse noch so viele Eisenspäne zu, bis sie die geeignete Consistenz zum Verarbeiten hat. Jenes Wasser wird nachher wieder aufgeschüttet.

Noch eine andere Zusammensetzung eines feuerfesten Eisenkittes, die Scholl an Gebläsen und Windleitungen, Winderhitzungsapparaten gebraucht, ist folgende:

15 Theile Eisenspäne,
5 „ Lehm,
1 „ Kochsalz.

Dieses kann mit Wasser und Essig (von jedem die Hälfte) oder mit Urin angemacht werden.

Gußeiserne Rohre, die mittelst Muffen in einander gesteckt und verbunden werden, macht man auf zwei Arten dicht:

a) Mittelst Bleiverguß, wie bei den Gasleitungsröhren. Die Rohre werden ineinander geschoben; das eingesteckte Ende hat einen Ring, mit dem es in der Muffe aufliegt; gegen diesen wird ein Kranz von Hanf fest widergelegt und der Raum der Muffe mit Blei zugegossen. Jener Hanf verhütet nur das Durchlaufen des Bleies.

b) Mittelst Kitt aus Pech und Ziegelmehl. Man erhitzt in eiserner Pfanne Pech zum Sieden, giebt gröblich gestoßenes, gesiebtes Ziegelmehl, scharf ge-

trocknet, hinzu und rührt es durcheinander. Hanfzöpfe von der Dicke eines Fingers werden hineingetaucht, so daß sie auch Ziegelmehl mit herausnehmen, um das einzusteckende Stück gewunden und dann dieses rasch in die Muffe geschoben. Beide Rohrenden werden mittelst untergestellter Gluthpfannen handwarm gemacht. Die Umwickelung soll die Muffe ziemlich fest ausfüllen. Gegen den Rand der Muffe um das eingeschobene Rohr wird noch ein Hanfzopf umgelegt, mittelst eines Spatels noch mit Pech und vielem Ziegelmehl getränkt und sodann die Verkittung rasch abgekühlt; der noch bildsame Kitt wird mit angefeuchteter Hand glatt gedrückt.

Wartung der Dampfmaschinen.

Wir werden uns hier mit den verschiedenen Arbeiten bekannt machen, die an jeder Maschine, die in gutem Stande und in voller Thätigkeit ist, vorkommen, und die, um einen geregelten, wohlfeilen Gang zu erzielen, geleistet werden müssen. Das ist die Wartung der Maschinen.

Dieselbe läßt sich in vier hauptsächlich verschiedene Abtheilungen bringen, welche sind:

1. das Anlassen, oder Indetriebsetzen der Maschine;
2. die Führung;
3. das Abstellen (Stopfen), Arretiren der Maschine;
4. vorkommende Nebenarbeiten, kleine Reparaturen und Nachhülfen.

Vor dem Anlassen müssen alle Zapfenlager, schiebende Stangen, überhaupt alle Stellen, wo Reibung stattfindet, geschmiert werden.

Alle Zapfenlager müssen Oelbüchsen haben, aus denen das Oel vor und nach an die Zapfen fließ-

Die einfachsten sind in Form eines Trichters oder Kelches, dessen Röhrchen nach Innen fast bis zur Höhe des Kelches verlängert ist. In den Kelch wird Lampenbaumwolle, mehrfach um das Röhrchen gewunden, gelegt und das eine Ende, oben über gehängt, reicht in das Röhrchen hinein. Nun schüttet man nie so viel Oel ein, daß solches über das Röhrchen fließt; es wird vielmehr allmälig durch die aufsaugende Kraft (Capillarität) des Dochtes heraufgezogen und in das Oelloch geträufelt.

Besser noch, aber theurer, sind die neuen, mechanischen Oelbüchsen von Farroud, wo der Oelverbrauch durch die Zahl der Bewegungen oder Umdrehungen regulirt wird und auf's Genaueste festgestellt werden kann.

Alle Zapfen und Stangen, welche außer ihrer Bewegung noch durch Dampf oder sonst erhitzt sind, werden am Besten mit rein ausgelassenem Talg geschmiert.

Man legt davon einige Stückchen in die Trichter der Stopfbüchsen, wo sie allmälig bei eintretender Erwärmung schmelzen und die Packungen durchfetten.

Allein auch das Knochenöl, so wie ein jedes gutes, reines Fett eignen sich dazu, und jenes gewährt den Vortheil, daß man es überall hin gießen kann. Deßhalb ist solches auch das beste Schmiermittel auf Dampfwagen und Schiffen.

Man soll sich nur guter, reiner, wenngleich theurer Fette bedienen. Der Schmutz der wohlfeileren verursacht davon sowohl einen größeren Aufwand, als er alle Maschinentheile verklebt, verstopft und verdirbt.

Knochenöl und Baumöl stehen dem Maschinenbesitzer wohlfeiler, als Rüb- oder andere Oele. Von jenen wird nur ⅓ der letztern consumirt.

a) **Anlassen einer Hochdruck-Dampfmaschine.** Es ist dafür zu sorgen, daß beim Anlassen der Maschine einiger Ueberschuß von Dampf vorhanden sei, d. h. eine stärkere Spannung durch den Manometer gezeigt werde, als mit der die Maschine gewöhnlich arbeitet; oder auch die Spannung muß beim Anlassen im Wachsen begriffen sein. Der Maschinist überzeuge sich von der Dampfspannung am Manometer, von dem Vorhandensein des Wassers im Vorwärmer; die Maschine soll auf ⅛ des Kolbenhubes still gestellt worden sein, d. h. der Kolben hat schon ⅛ des zu durchlaufenden Weges zurückgelegt. Dabei ist der Dampfweg geöffnet und die Treibstange hat schon eine günstige Stellung gegen die Kurbel. Bei den Maschinen, welche mit der Hand gesteuert werden können, hat diese Stellung weniger zu bedeuten, denn man kann sich dabei durch volle Oeffnung des Dampfweges helfen und die Bewegung veranlassen.

Wo es nur irgend möglich ist, sollen alle Arbeitsmaschinen bei der Ingangsetzung abgestellt sein, leer gehen oder nicht scharf greifen, z. B. bei Mühlen. Dann hat die Maschine von Anfang an nur sich selbst und die Getriebe in Bewegung zu setzen, allmälig werden die Arbeitsmaschinen eingefahren, gestellt u. s. w.

Absperrventil und Drosselklappe sind geschlossen, alle Schieber aber offen, die Drosselklappe auch außer Verbindung mit dem Regulator. Während diese geschlossen bleibt, wird das Ventil vorsichtig, nicht in einem Ruck ganz, geöffnet, der Dampf strömt rasch ein und durch bis in den Cylinder; man öffne dann die Hähne in der Dampfbüchse oder im Boden des Cylinders, um condensirtes Wasser auszulassen und die atmosphärische Luft zu entfernen. Sobald aus diesen der Dampf sichtbar und ziemlich stark herausströmt, werden sie geschlossen, und die Maschine wird

sich sofort rascher bewegen, als sie es früher bei offe-
nen Hähnen gethan hat.

Oeffnet man nun nach Bedarf die Drosselklappe und hängt deren Hebel in die vom Regulator kommende Stange, dann nimmt die Maschine alsbald den Gang an, auf den sie bestimmt und regulirt ist.

Wenn der Dampfkolben ganz am Ende seines Hubes steht, so ist man genöthigt, etwas am Schwungrade in dem Sinne seiner zu machenden Bewegung zu drehen.

a) Anlassen der Niederdruckmaschinen. Sowie bei diesen die Dampferzeugung beginnt, erwärmt sich bald der Cylinder, da immer eine Seite desselben (über oder unter dem Kolben) mit dem Kessel in Verbindung ist, denn das Absperrventil fehlt hier. Der Condensator ist bis zu der Höhe gefüllt, welcher den Wasserstand im Kasten zuläßt. Man stellt jetzt den Schieber so, daß der frische Dampf in den Condensator gehen kann, wodurch, wenn der Dampf schon einige Spannung hat, alsbald ein Geräusch und Geknatter entsteht. Dieses rührt von der heftigen und raschen Condensation des Dampfes durch das gewöhnlich sehr kalte Wasser her; auch die im Condensator befindliche Luft hat Theil daran.

Das Einlassen des Dampfes dauert so lange, bis alle Luft ausgetrieben ist, die sich einen Weg durch den Einspritzhahn, das Ausblaseventil, wenn ein solches vorhanden ist, oder durch die Luftpumpe hindurch suchen muß. Die Probe ergiebt sich augenblicklich, wenn man das Barometer am Condensator öffnet und mittelst Hebung des Schiebers rasch den Dampf absperrt. Sofort muß dieses eine ziemliche Luftverdünnung zeigen. — Steht die Maschine auf günstigem Stande, so darf man nur die Steuerung einlegen, den Einspritzhahn öffnen und die Dampfklappe ein Wenig lüften, so erfolgt die Umdrehung.

Nachhülfe am Schwungrade ist selten erforderlich. Nun regulirt man die Einspritzung und verbindet den Regulator mit der Drosselklappe.

Für die gute Führung einer Dampfmaschine ist die regelrechte Dampfhaltung erstes Erforderniß. Die Spannung des Dampfes soll immer auf dem Grad erhalten werden, für den die Maschine gebaut ist. Findet gleich manchmal eine geringere Belastung der Maschine statt, wobei man die gleiche Zahl von Hüben mit schwächerem Dampf hervorbringen könnte, so ist es doch nicht gut, solchen anzuwenden. Durch zweckmäßiges Schrauben der Regulatorstange an der Dampfklappe bleibt diese etwas mehr geschlossen, und nun geht von dem normalen Dampf um so weniger durch, als die Maschine mit ihrer geringeren Belastung weniger, als sonst, gebraucht.

Die normale Geschwindigkeit der Maschine wird sich nach einiger Zeit dem Maschinisten so einprägen, daß er auf den ersten Blick in das Maschinenlocal, oder durch das Gehör findet, ob die Maschine gut arbeite. Noch genauer wird aber diese Ueberzeugung, wenn er sich ein Pendel aufhängt und dessen Schwingungen mit den Hüben der Maschine vergleicht. — Dieses gestattet auch dem Besitzer, der doch selten so gut nach obiger Art urtheilen kann, augenblickliche Controle. Geht die Maschine zu langsam bei gehörigem Anzeigen des Manometers, so muß die Klappe mehr geöffnet sein, und demgemäß die Verbindung mit dem Regulator verändert werden.

Bei verminderter Dampfspannung muß sofort durch besseres Schüren des Feuers geholfen werden.

Wenn irgendwie schwere Betriebsmaschinen aus- oder eingerückt werden, wodurch also die Belastung der Maschine wesentlich verändert wird, so muß derartiges Vorhaben dem Maschinisten angezeigt oder

(mittelst Glocke) signalisirt werden. Er stellt dann je nach Erforderniß die Maschine ganz ab, oder mäßigt ihren Gang. Letzteres geschieht durch Auslösung der Dampfklappe vom Regulator, Führung derselben mit der Hand, Verminderung der Einspritzung.

Der oftmaligen, theils auch fortwährenden Beobachtung des Maschinisten bedürfen folgende Theile:

a) Manometer des Dampfrohres oder Kessels, und Barometer (auch Manometer genannt) des Condensators sollen immer die erforderlichen Grade und keine bedeutenden Schwankungen zeigen.

b) Der Expansionsschieber muß fest anliegen und bei gehöriger Stellung des Kolbens abschneiden. Man findet leicht ein Merkmal für diesen Stand des Kolbens, z. B. an der Stellung der Treibstange, des Balanciers u. s. w. Indem man dieses mit dem Auge beobachtet, nähert man das Ohr der Dampfbüchse, worin man so lange, als der Canal geöffnet ist, ein Rauschen oder Zischen hört. Dieses muß gleichzeitig mit der eintretenden bemerkten Stellung aufhören, aber gerade beim Kolbenwechsel, oder noch etwas vorher, wieder beginnen.

Hört man das Geräusch aber fortwährend, wenn gleich beim Abschneiden etwas schwächer, so liegt der Schieber nicht an, die Expansionsvorrichtung ist im Unstand. Solches wird auch alsbald der vermehrte Aufwand an Brennstoff darthun.

c) Die Vertheilungsschieber können in gleicher Art beobachtet werden. Bei Hochdruckmaschinen hat man aber ein genaueres Zeichen in den Stößen des abblasenden Dampfes. Diese sollen von gleicher Länge sein und gleiche Dampfmassen ausstoßen. Der Eindruck auf Auge und Ohr soll sich immer gleich bleiben. Ist aber der eine stärker, voluminöser und länger, so ist die Vertheilung nicht richtig, also die Schieberstellung oder Bewegung mangelhaft.

d) die Vorwärmer der Hochdruck- und die Behälter der Niederdruckmaschinen sollen stets bis zur ordentlichen Wasserhöhe gefüllt sein. Wassermangel bei im Gange befindlichen Zuführungsapparaten beweist, daß deren Theile in Unordnung sind, demgemäß den Ursachen und Zuständen nachzuforschen ist.

e) Einige Zeit nach Ingangsetzung der Maschine wird auch die Speisepumpe gebraucht werden müssen, welches Gelegenheit giebt, deren Zustand zu erkennen. Es ist aber besser, sofort nach Anlassen der Maschine jene Pumpe für ganz kurze Zeit anzusetzen, um sicher zu sein, wenn der Kessel wirklich Wasser bedarf.

f) Die Rohrverbindungen, Flanschen, an Dampf- und Wasserleitungen dürfen nicht schadhaft sein und Dampf oder Wasser entweichen lassen.

g) Ebenso die Stopfbüchsen der Kolben- und Schieberstangen. Man giebt oftmals Fett an dieselben, das geschmolzen in den Vertiefungen des Cylinderdeckels schwimmt. Unreines Unschlitt wird durch Verkohlung der thierischen häutigen Stoffe ganz schwarz, dadurch untauglich zum Schmieren. Nur reines Fett kann in der Art verbraucht nnd mit eisernem Löffel an die Stangen gegossen werden.

Wenn die Stangen aus den Büchsen kommen, so bedecken sie sich mit einer dünnen Haut des geschmolzenen Fettes und streichen es im Zurückgehen wieder in die Büchse oder deren oberen Hanfzopf ab. Ein Theil des Fettes geht mit den Stangen in das Innere des Cylinders oder der Dampfbüchse.

h) An den Zapfen und Zapfenlagern muß sogleich nachgesehen werden, ob sich nach einigen Bewegungen das Oel durch die ganze Pfanne vertheilt, ob die Pfannen nicht zu fest angezogen sind. Wenn das Oel nicht an den Zapfen kann, so wird sich derselbe alsbald erhitzen. Dann ist das Lager auf der

Stelle zu lösen, Oel hinzuzugießen und je nach der Hitze Wasser zur Abkühlung aufzuschütten. In solcher Art sind alle Zapfen nachzusehen und zu befühlen. Das Anfühlen ist am meisten an der Treibstange und den Stücken des Parallelogramms anzuwenden, auch an den tragenden Theilen des Gerüstes, den Säulen, den Fundamentschrauben. Dadurch erkennt man, ob Stöße geschehen, die aber meistens schon hörbar sind, ob Stangen vibriren, also einer Führung, Befestigung bedürfen.

i) Von der Schmiere, die von den Zapfen und Zapfenlagern fließt, nehme man von Zeit zu Zeit ein Wenig und streiche es auseinander. Wenn sich Messing- oder Bronzespäne darin finden, so ist entweder das Lager einmal trocken, oder zu sehr angespannt gewesen. Solche Zapfenlager müssen dann gut ausgefeilt oder erneuert werden, weil sich andernfalls das Malmen und Anfressen gar leicht wiederholt.

Je nach der Zahl der Umdrehungen, Hübe oder Bewegungen consumiren die Maschinentheile mehr oder weniger an Oel und Schmiere. Wie viel davon nöthig, läßt sich hier nicht bestimmen, sondern das ist practisches Ergebniß, das sich bald an jeder Maschine herausstellt. So z. B. müssen manche Theile 3—4 Mal, ja noch öfter, in einem Arbeitstage geschmiert werden, andere bekommen höchstens zweimal Oel, d. i. Morgens vor Anfang und bei dem mittäglichen Stillstande. Für diesen müssen mindestens 10—15 Minuten gestattet werden.

So wie der Maschinist und auch seine Gehülfen darauf bedacht sein müssen, während des Ganges der Maschine die Theile zu säubern und abzuwischen, bei deren Berührung oder Nähe keine Gefahr zu befürchten ist, so müssen sie jeden Stillstand, außer dem Oelen der Zapfen, auf das Putzen verwenden. Der Regulator, das Parallelogramm und die Triebstange

sollen nie während der Bewegung abgewischt werden. Nur zu leicht wird ein Kleidungsstück oder ein Glied des Körpers gefaßt, und es setzt dabei im günstigsten Falle noch immer arge Verstümmelungen des Unvorsichtigen ab.

Viele Maschinentheile lassen sich ungleich besser putzen, wenn sie im Gange sind, als in der Ruhe, z. B. blanke Wellen, Pumpen- und Steuerstangen. Man hat dabei nur ein Stück Schmirgel- oder Glaspapier scharf gegenzudrücken und langsam zu verschieben. Derartiges Putzen an ungefährlichen Stellen mag immerhin gestattet sein.

In kurzer Zusammenstellung besteht also die Führung der Maschinen in: regelmäßiger Dampfproduction, gehöriger Kesselspeisung, Ab- und Ansetzen der Pumpen, Regulirung des Dampfzuflusses mittelst Regulator, um gleichförmige und normale Geschwindigkeit zu behalten; Beobachtung aller Maschinentheile, gehöriges Fetten und Schmieren, Sorge für Reinlichkeit.

Zum Absetzen der Maschine wird die Drosselklappe ausgelöst und ganz geschlossen; dadurch verringert sich die Geschwindigkeit der Maschine so, daß man nun einen zum gänzlichen Dampfabschluß passenden Zeitpunct erwarten kann. Man schließt also die Absperrung, und es wird die Maschine je nach der anhängenden Belastung nach ½—1½ Hüben zum Stillstand gelangen. Die günstige Stellung zum Ansetzen ist ¼ des Kolbenhubes. Es bleibt immerhin rein practisches Ermessen und Versuchen des Maschinisten, gerade diese Stellung immer zu treffen. Daß es sehr wohl möglich sei, und das beschwerliche Drehen vieler Arbeiter an dem Schwungrade entbehrt werden könne, haben uns vielfache Anlagen und Wärter bewiesen.

Bei Niederdruck-Dampfmaschinen wird nach geschlossener Dampfklappe der Einspritzhahn auch geschlos-

sam; dadurch hört die Condensation auf, es bleibt also im Condensator und dem mit ihm verbundenen Cylinderraum Dampf und ein solcher Gegendruck, daß der Kolben nicht mehr fort kann.

Soll nur mit halber Kraft gearbeitet werden, z. B. auf den Dampfschiffen, so beschränkt man gleichzeitig den Dampfzufluß und die Einspritzung. Auch wird auf den Schiffen immer eine Maschine auf die Mitte des Hubes gestellt, während die andere zu Anfang steht (der Kurbelverbindung halber). Mittelst gehöriger Versetzung des Schiebers mit der Hand kann jene erste Maschine nun sofort vor- oder rückwärts arbeiten, und im gleichen Sinne bringt sie die andere in Thätigkeit.

Niederdruckmaschinen sind gewöhnlich schneller in Ruhe, als die Hochdrucker. Die Hochdrucker lassen sich aber auch rasch abstellen, wenn man die Hähne im Cylinderboden oder der Dampfbüchse sogleich aufdreht. Es giebt dann zwar etwas Dampf in das Local und einiges Geräusch, indessen steht die Maschine augenblicklich. Diese Art des Abstellens möge man benutzen in gefährlichen Lagen, wo durch eine einzige weitere Umdrehung z. B. ein Menschenleben verloren oder eine Maschine in Trümmern geht.

Die kleinen Reparaturen und Nachhülfen sind: das Antreiben der Keile, Anziehen der Schrauben an Stopfbüchsen, Zapfenlagern und Rohrleitungen.

Die Keile werden mit kupfernem Hammer oder weißbuchenem Schlägel angetrieben, auch damit zurückgeschlagen. Eiserne oder gar verstählte schlagen Bärte an die Keile, so daß sie nicht mehr aus- und einzubringen sind. Der Maschinist fühlt bald am Schlag, am Klang, ob sein Keil fest sitze und um die Pfanne nicht mehr schlottere, aber ohne sich zu erhitzen.

Wenn die Stopfbüchsen neu geliedert sind, so lassen sie sich noch viel zusammenpressen. Nach und

nach aber hört ihre Zusammendrückbarkeit auf und der Dampf geht heraus. Dann legt man noch einige Hanfzöpfe nach und zieht recht fest an. Die Dauer der Liederungen ist von gar manchen Umständen abhängig, z. B. von der Zahl und Geschwindigkeit der Bewegungen, Hitze des Dampfes, Güte des Hanfes und der Art, wie die Büchse fett erhalten wird. Die Packung ist verschlissen, verbrannt, wenn man mittelst Anschrauben der Büchse durchaus keinen dampfdichten Schluß mehr bekommt; alsdann muß sie ganz erneuert werden.

An den Stopfbüchsen mit Ziehschrauben ist darauf zu achten, daß die Muttern derselben gleichviel gedreht werden, sonst klemmt sich die Büchse an die Stange und verursacht schädliche Friction.

Die Pfannen und Pfannendeckel der Zapfenlager gehen bekanntlich nicht ganz um den Zapfen herum und liegen nicht auf einander. Zwischen Deckel und Untertheil wird ein Hölzchen gelegt, so daß, wenn der Deckel aufgeschraubt wird, die Pfanne den Zapfen gerade fest umschließt, ohne ihn zu spannen. Man sorge also stets für gehörige Dicke dieser Holzscheibe, dann kann man die Schrauben des Lagers so fest ziehen, daß die Muttern nicht mehr gehen; man dreht dann ½—1 ganze Umdrehung, je nach der Höhe des Gewindes zurück, und so ist man des festen, richtigen Standes der Pfannen gewiß. — Dasselbe gilt für die Bügel der excentrischen Scheiben. Sobald diese nicht genau um ihre Scheibe festliegen, werden die Schlittenstangen der Schieber, Pumpen u. s. w. erzittern. Dieses rührt aber auch oft daher, daß die Bolzen der Gelenke, und besonders die cylindrischen, sich ausleiern, unrund werden und Stöße verursachen. Darum sind conische Zapfen besser, die in solchen Fällen nur angezogen zu werden brauchen.

Wartung der Triebwerke.

Wellen und Zapfenlager.

Richtige Lage und tüchtige Befestigung sind vor Allem nöthig. Man wird das Gegentheil auf mehrfache Weise erkennen, nämlich an dem unrichtigen Eingreifen von Zahnrädern, wodurch ein Stoßen und starke, meist einseitige Abnutzung erfolgt; an dem Abspringen der Laufriemen, an dem Hin- und Hergehen der Lagerböcke und an der einseitigen Abnutzung der Pfannen.

Solche Uebelstände müssen sofort genau untersucht und beseitigt werden.

Horizontale Wellen prüft man durch Aufsetzen eines Richtscheites, einer geraden Latte auf die beiden Zapfen und Anwendung der Setzwage. Dazu müssen aber die Zapfen von gleichem Durchmesser sein, sonst ist an dem kleinern die Hälfte seines Unterschiedes gegen den größern zu unterlegen und dann die Latte mit der Warze aufzusetzen. Um die Abweichungen nach der Seite hin zu erkennen, ist es gut, wenn von Anfang der Aufstellung die Achsenlinie auf dem Fußboden, an den Decken u. s. w. mit einzelnen bleibenden Zeichen markirt worden ist. Man hat dann nur die bestehende Lage mit diesen Zeichen zu vergleichen.

Der Eingriff von Zahnrädern, Stirn- oder conischen (Kegel-)Rädern zeigt am allerdeutlichsten die Unrichtigkeiten an. Alle Zähne beider Räder sollen in ihrer ganzen Breite und gleich stark greifen, also dadurch angegriffen, blank gemacht werden. Dieses setzt aber auch durchaus richtig gearbeitete Räder voraus, welche leicht nachzumessen und zu controliren sind.

Sind dagegen die Zähne auf beiden Seiten (eine abwechselnde Umdrehung der Räder und Wellen nicht vorausgesetzt) und dann nur zur Hälfte der Breite angegriffen, so ist die Welle unrichtig gelegen.

Wenn aber die beiden Hälften eines Rades oder von dessen Zähnen ungleich unter sich abgenutzt werden, so ist das Rad unrichtig aufgekeilt, oder schlecht ausgeführt. Verticale Wellen sind noch leichter zu beobachten, indem man nämlich an dem Faden eines Senkbleies vorbei ihre Mitte in's Auge faßt und diese Beobachtung von zwei rechtwinklich zu einander stehenden Seiten macht.

Die Unrichtigkeit kann herrühren: a) von dem Verschleiß der Zapfenlager, b) von dem Sinken oder auch Zusammenziehen der Fundamente, der Balken, c) von mangelhaftem Schluß der Lagerböcke gegen seitliche Abweichung.

Wenn die Pfannen nicht zu sehr abgenutzt sind, so kann man sie je nach der Einrichtung noch unterlegen, unterfüttern. Dazu dürfen keine losen Plättchen, z. B. von Eisenblech, genommen werden, sondern dieselben sind an den gehörigen Stellen der Pfanne zu befestigen. Dieses geschieht entweder mit einigen Schräubchen, deren Köpfe vernietet und gleich gemacht werden, oder durch Auflöthen mittelst Zinnlothes. In letzterem Falle müssen doch einige Stifte eingebohrt werden, die das Verschieben verhindern.

Man thut überhaupt besser, das Innere der Pfannen zu füttern. Dazu nimmt man eine der erforderlichen Fütterung an Dicke entsprechende Messingplatte, treibt sie halbrund, überall in die Pfanne passend, befestigt sie mit einigen Stiften und verlöthet sie an den Rändern mittelst Zinn. Daß hierzu die Pfanne rein ausgefeilt und jene Ränder vorher, jeder für sich, verzinnt werden, ist bekannt. Diese Flickereien

kommen gewöhnlich theurer zu stehen, als wenn man gleich eine neue Pfanne einsetzt. Von den Pfannen, welche sich am meisten abnützen, sollte immer ein Exemplar vorräthig sein, welches also nur eingepaßt zu werden braucht.

Man wird sich immer besser bei der Anwendung von Pfannen aus Rothguß als bei denen aus Messing (Kupfer und Zink) befinden. Erstere sind etwas theurer, stehen aber länger. Eine erprobte Mischung ist die von 5 Loth Zinn und 1 Pfund Kupfer; das macht in Procenten ausgedrückt:

Kupfer . . . 86,5 Theile
Zinn . . . 13,5 "

Der Verschleiß der Lagerpfannen hängt ab: von dem Gewicht der Wellen, der Zahl der Umdrehungen, ob diese aufrecht, oder horizontal gehen, von der Beschaffenheit und Anwendung der Schmiere, dem Anziehen der Deckel. Schwere, horizontalgehende Wellen legt man auch wohl in gußeiserne Pfannen, z. B. bei Wasserrädern. In Eisen-Walzwerken bedient man sich vielfach des Hartbleies. Solche Pfannen müssen aber stets naß und kalt erhalten werden. Sie bestehen aus:

Blei . . . 97 Theilen
Wismuth . . . 3 "

Dieselben lassen sich aber nur wenig bearbeiten, man muß sie also äußerst richtig gießen und bloß in den Bock einlegen, oder, wenn möglich, die Form gleich um diesen machen und die Pfanne in denselben festgießen.

Verticale Wellen sollen entweder an dem untern Zapfen hart gegossen oder mit besonders eingesetzten Stahlzapfen versehen werden. Die schmiedeeisernen können verstählt werden. Die Zapfen sind convex und so hart als möglich. Ebenso ist die Pfanne

convex, Metalls concav und, den Zapfen entsprechend, auch ganz hart. An die concaven Spurpfannen kann die Schmiere nicht vollständig gelangen; durch die Reibung wird der Zapfen weich, oft glühend, und er wird abgedreht, abgerissen.

Diese Spurzapfen müssen von einer Büchse aus Rothguß umschlossen und nach der Seite gehalten sein. Auch hat diese Büchse einen tiefen Kelch zur Aufnahme von vielem Fett. Es ist am besten, wenn die Stahlplatte auf dem Boden der Büchse ruht, ohne sich mit drehen zu können; hierbei wird nicht unnöthigerweise Fett verbraucht, welches bei der kleinsten Oeffnung der Büchse reißend schnell verloren geht.

Zum Schmieren der Zapfen wird aus unrichtiger Oeconomie allzuoft schlechtes Oel genommen. Die Besitzer von Maschinenanlagen mögen nur den Versuch machen, mit Oliven- oder Knochenöl schmieren zu lassen. Sie werden dann nur ⅓ von dem Quantum des Rüböls gebrauchen und ihre Werke in besserem Stand erhalten. Natürlicherweise gießt man von solcher theuren Schmiere vorsichtiger zu und hält auf jedem Zapfen eine gute Oelbüchse. Die Oelbüchsen verhindern jedwedes Verschütten, halten den Staub ab und schmieren recht gleichmäßig. Der Wärter bedenke stets, daß er kein wohlfeiles Rüböl unter Händen habe, und mit diesem soll er ja auch immer sparsam umgehen. Es ist sehr zu rathen, nur feine, gute Schmiere anwenden zu lassen, den Wärter an Ersparnissen zu betheiligen, die er unbeschadet des guten Ganges der Maschinen im Fettverbrauch erzielt.

Die Schmierlöcher sind öfters nachzusehen und zu reinigen, ebenso, wenn Rüböl gebraucht [illegible] die Schmiergruben, welche zur bessern Vertheil[illegible] Innern der Pfannen ausgearbeitet sind. [illegible] bildet jenes Oel gar zu leicht verstopf[illegible] Von dem Anziehen der Pfannendeckel [illegible]

oben gesprochen. Das Zwischenlegen von Scheibchen aus Weißbuchenholz ist besser, als das Leerlassen jener Stellen. Man ist dadurch mehr verhindert, eine Schraube viel stärker anzuziehen, als die andern, und man hat immer ein richtiges Maß für das Anziehen, wenn nur die Klötzchen von vornherein richtig gemacht wurden, so daß der Kreis der Pfannen vollständig und genau wie der Zapfen war.

Zu fest angezogene Pfannen lassen kein Oel an den Zapfen, und so wird er alsbald mahlen, die Pfannen oder sich selbst verderben.

Das Setzen und Sacken von Fundamentmauern, mehr aber noch die Anwendung von Balken können eine schlechte Lage der Wellen herbeiführen. Da bleibt nichts übrig, als die Lagerböcke im Ganzen zu unterlegen oder zu unterkeilen und dann den Zwischenraum mit Blei voll zu gießen. Wenn man das unterläßt, so gehen diese Keile heraus, und die Platte ist dem Brechen ausgesetzt.

Die Schraubenbolzen und Fundamentanker, welche durch Balken gehen und unter diesen gehalten werden sollen, müssen große Unterlegplatten, am besten von Gußeisen, mindestens 6′ im □ groß erhalten und dann mit soliden Spletten durchstochen sein.

Um das Ausweichen der Zapfenlager nach den Seiten hin zu verhüten, läßt man sie gewöhnlich mit der Grundplatte ganz oder zur Hälfte in die Steine oder Backen ein. In diesem Falle hat man vorher ihre Stelle genau anzuzeichnen und sie festgehend einzulassen, damit jedes nachherige Rücken und Keilen vermieden werde.

Stehen aber die Grundplatten flach auf, so soll man einige eiserne Zapfen mit Klauen in den Stein vergießen, die die Platte zwischen sich halten. In Balken kann man etliche starke Holzschrauben tief eindrehen, so daß die Vorsprünge die Platte ein-

schließen. Gewöhnlich sind die Löcher zur Aufnahme der Bolzen länglich. Stehen die Schraubenbolzen im Fundament unbeweglich, dann fülle man die länglichen Löcher neben den Bolzen mit Hartholz aus, lege die Vorsteckscheibe und Mutter auf und ziehe fest an. Dadurch ist auch jede Verschiebung unmöglich gemacht.

Was eigentlich mehr Sache des Mechanikers und Monteurs ist, nämlich die Anordnung der Getriebe gut zu ordnen, sei hier in der Kürze erwähnt; es ist zu beobachten:

a) daß der treibenden Wellen, Räder und Riemenscheiben möglichst wenige seien.

b) Die Zahl der Drehzapfen und Lager soll nicht unnöthig groß sein; die Durchmesser derselben dürfen nicht mehr als die erfahrungsmäßigen Größen haben.

c) Die Wellen müssen hinreichende Stärke haben, um der Drehung, der Torsion und dem Sacken oder Biegen widerstehen zu können.

d) Die Uebertragung der Kraft von einer Tr[illegible] welle an eine andere oder an eine Verarbeitungs[illegible] maschine (Werkzeug) muß nahe an einer U[illegible] derselben, also an einem Zapfenlager statt[illegible].

e) Wellen, Räder, Scheiben sind [illegible] trisch anzufertigen und richtig aufzustellen. [illegible] ist es vortheilhaft, die Sitze auf den W[illegible] drehen, die ausgedrehten Naben der R[illegible] mit Keilen (Feder und Nuth) oder Stell[illegible] befestigen.

f) Ein anderes Erforderniß ist [illegible] ganze Anordnung practisch sei, also [illegible] tigt, aufgestellt, beobachtet und [illegible]

Bei gekuppelten Wellen zeigt [illegible] Lage durch ein Rucken und Schla[illegible] lungen selbst. Diese mögen [illegible]

wollen, so nutzen sie sich ab, schlottern bald und brechen hier und da. Man hüte sich, in solchen Fällen den Grund allein in der Kuppel, z. B. in ihrem Loswerden, zu suchen, und dann sie fester zu keilen, zu schrauben; sehe vielmehr die Lage der Wellen und deren eigene Beschaffenheit nach. Oft auch sind die Lager nicht gewichen, aber die Welle ist gesackt, krumm geworden, besonders wenn Riemenscheiben, schwere Räder auf ihrer Mitte sitzen und von da bedeutende Kraft entnommen wird.

Geringe Biegungen werden kalt ausgerichtet, wozu man die Welle recht scharf zwischen die Spitzen der Drehbank spannt, die convexe Seite nach Unten legt, sie in der Mitte unterkeilt, und nun auf der obern concaven Seite so lange kalt hämmert, bis die Welle losgelassen und gedreht rund läuft.

Bedeutende Krümmungen müssen aus dem Rauhen durch einen Schmied und dann vollständig, so wie vorher, abgeändert werden.

Zahnräder.

Um die Zahnräder in einem ruhigen, sanften Eingriffe zu erhalten und ihre Abnutzung zu verhüten, werden ihre Zähne geschmiert. Man verwendet dazu gewöhnliche grüne (weiche) Seife, der man noch einiges Fett oder auch Oel untermischt. Viele Fabricanten setzen dieser Schmiere Graphit (Reißblei) zu. Dieser darf aber nur von bester Qualität und nicht mit sandigen oder erdigen Verunreinigungen gemengt sein. Man achte also darauf sehr.

Diese Schmiere wird mit einer Bürste oder einem Borsten-Quaste aufgestrichen, während die Räder im Gange sind. Man wählt immer die Seite beider Räder, wo die Zähne aus einander gehen, um nicht durch eine geringe Unvorsichtigkeit selbst zwischen den

Eingriff zu gerathen, oder jenes Werkzeug fallen zu lassen, welches sicherlich mehrere Zähne abbricht.

Rüböl an Rädern anzuwenden, ist, der vielen Krusten und des Schmutzes wegen, nicht rathsam. Das neu zugeschüttete Oel verläuft sich bald auf jene Krusten und erstarrt daselbst, ohne genutzt zu haben.

Wenn Räder, namentlich zwei eiserne, in einander arbeitende, verhältnißmäßig sehr viel Schmiere erfordern, um ohne Geräusch und ohne zu mahlen, gehen zu können, so kann man sicher sein, daß sie nicht richtig construirt oder aufgestellt sind, oft aber auch, daß die Wellen unrichtig liegen.

Manche Monteurs und Maschinisten wollen dadurch den Eingriff verbessern, daß sie kurz nach der Aufstellung Oel mit Schmirgel hinzugeben. Dadurch aber wird der Grund zu einer außerordentlich raschen Verderbniß der Zähne gelegt; denn die Rinde der Zähne, welche am härtesten ist, wird fortgeschliffen, der Schmirgel setzt sich in die Poren und ist niemals mehr ganz herauszubringen; er muß also nothwendig die Zähne auch später noch angreifen.

Es giebt sogar Beispiele, daß Monteurs ihrer verpfuschten Aufstellung dadurch nachzuhelfen suchten, daß sie Schmirgel in Räder mit hölzernen Zähnen gaben.

Anhänge.

I. Physik des Dampfes.

Von den Gesetzen der Dampfbildung und den Eigenschaften des Dampfes überhaupt.

Ist Wasser der freien Luft ausgesetzt, so verdunstet bekanntlich dasselbe allmälig, und zwar bei jeder auch noch so niedrigen Temperatur; wird es erwärmt, so hat eine immer raschere Verdunstung statt. Die Erwärmung kann jedoch nur bis auf einen gewissen Grad erhöht werden; ist das Wasser bis auf diesen Punct erhitzt, so tritt plötzlich eine ganz andere Erscheinung ein, das Wasser kocht oder siedet. Von nun an verbindet sich alle hinzukommende Wärme mit Wassertheilen zu einer elastischen Flüssigkeit, zu Dampf, der in zahllosen Blasen aus dem Wasser sich erhebt, so daß ein lebhaftes Aufwallen entsteht.

Alle Flüssigkeiten zeigen ähnliche Erscheinungen, das Sieden tritt aber nicht bei demselben Temperaturgrade ein. Der Siedepunct des reinen und gemeinen Wassers findet sich bei etwa 80° R. (der

Reaumur'schen Scale) oder 100° C. (der hundert-theiligen) oder 212° F. (der Fahrenheit'schen Scale).

Offenbar besteht das Sieden in einer ungehinderten Dampfbildung. Tritt es also nicht früher ein, so muß derselben irgend ein Hinderniß im Wege stehen, das bei niedriger Temperatur nicht überwunden werden kann, und dieses Hinderniß kann kein anderes sein, als der Druck der Luft.

Und in der That kommt Wasser unter einer Luftpumpe bei einem ungleich schwächern Hitzgrade schon zum Sieden, sowie unter einer Compressionspumpe erst bei einem höhern. Eben daher ist der Siedepunct keineswegs ein ganz unveränderlicher. Er tritt nur dann genau bei 80° R. oder 100° C. ein, wenn der Barometer auf 28″ (0,76 Met.) steht. Bei einem tiefern oder höhern Stande hat auch der Siedepunct etwas früher oder später statt. Auffallend niedriger ist er auf Gebirgen, wo der Luftdruck kleiner ist. Auf dem 14700′ hohen Montblanc, wo der Barometer auf 16″ steht, kocht das Wasser schon bei 80½° C.

Unschwer ist auch einzusehen, warum der Luftdruck die Bildung des Dampfes erschwert. Da der Dampf eine elastische Flüssigkeit ist, zu der das Wasser ausgedehnt wird, so wird derselbe sich nur dann frei bilden können, wenn seine Elasticität oder seine Spannkraft dem Luftdrucke gleich kommt, und dies kann nur bei einem gewissen Grade von Wärme und Dichtigkeit stattfinden.

Da nun das Wasser bei 100° C. siedet, so ergiebt sich daraus, daß die Elasticität des Dampfes bei dieser Temperatur eben jener der Luft gleich kommt, und daß also auch dieser Dampf eine Quecksilbersäule von 28″ oder 76 Centim. zu tragen vermag. Auch dieser Dampf muß also auf 1 □″ einen Druck von etwa 15 Pfund und auf 1 □′ einen von 2150 Pfd. ausüben.

Die Ausdehnung aber beträgt ungefähr das 1700fache, oder 1 Cub.=Zoll kaltes Wasser giebt beinahe 1 Cub.' Dampf von 100° Wärme und von der Spannkraft der Atmosphäre. Es verhält sich daher die Dichtigkeit (oder das spec. Gewicht) des kalten Wassers zu der des Dampfes von 100° = 1 : 0,00059 und die der Luft bei 0° zu solchen Dampf = 1 : 0,455, da die Luft bei 0° 770 Mal leichter ist, als Wasser.

Da ferner das Wasser um $\frac{1}{24}$ und die Luft um $\frac{100}{275}$ sich ausdehnt, wenn sie bis 100° erwärmt werden, so verhält sich bei dieser Temperatur:

die Dichte des Wassers zum Dampf = 1 : 0,00061
und die der Luft = 1 : 0,625 oder wie 8 : 5.

Und da 1 Cub.' kaltes Wasser 62½ Pfd. (engl.) und 1 Cub.=Meter 1000 Kilogr. wiegt, so wiegt 1 Cub.' Dampf (von 100°) $\frac{5}{136}$ Pfund und 1 Cub.=Met. Dampf $\frac{10}{17}$ Kilogr.

Verdampft 1 Pfd. Wasser vollständig, so erzeugt sich daraus 1 Pfund Dampf; bei lebhaftem Sieden nimmt der Dampf aber oft etwas adhärirendes Wasser mit sich, und in diesem Falle entsteht kein ganzes Pfund wirklicher Dampf.

Bringt man Wasser in einer Retorte oder in einem Gefäße mit einer ziemlich engen Röhre zum Kochen, so wird der Dampf, da sich das Wasser so sehr ausdehnt, schnell die Luft verdrängen und dann mit beträchtlicher Geschwindigkeit ausströmen.

Da während des Siedens die Temperatur des Wassers unverändert bleibt und der Dampf selbst die nämliche Temperatur hat, so mochte es lange unbegreiflich sein, was aus all der Wärme wird, die fortdauernd dem Wasser zugeführt wird; und um so mehr, da es ungleich mehr Zeit braucht, um 1 Pfd. Wasser zu verdampfen, als um dasselbe bis zum Siedepuncte zu erhitzen.

Es kann jedoch leicht gezeigt werden, daß in der That 1 Pfd. Dampf wenigstens 6 oder 6½ Mal so viel Wärme enthält, als 1 Pfd. kochendes Wasser, obschon der Dampf wie das Wasser die gleiche Temperatur von 100° zeigt.

Leitet man nämlich, während 1 Pfd. Wasser verdampft, allen Dampf in kaltes Wasser, z. B. in 20 Pfd. Wasser von 15°, so wird der Dampf darin erkältet und zu Wasser verdichtet, und die ganze Wassermasse (wenn aller Wärmeverlust sorgfältig verhütet wird) auf 45° oder um 30° erwärmt. Mischt man hingegen 1 Pfd. siedend heißes Wasser mit 20 Pfd. kaltem von 15°, so wird die Temperatur nur auf 19° oder um 4° erhöht.

Die Erklärung ist ohne Zweifel folgende: Nennen wir w die erforderliche Menge Wärme, um 1 Pfd. Wasser um 1° C. wärmer zu machen, so enthält 1 Pfd. siedendes 100 w; und die 20 Pfd. kaltes von 15° enthalten 300 w. Diese 400 w vertheilten sich auf die 21 Pfd., und die Temperatur wird also $\frac{400}{21}$° oder 19° sein. Ebenso werden im ersten Falle die 21 Pfd. nach der Vermischung 21 × 45 oder 945 w enthalten; da nun das kalte Wasser vorher nur 300 w enthielt, so muß der Wärmegehalt des Dampfes unstreitig 645 w betragen; und da seine Temperatur nur = 100 ist, so muß er die übrigen 545 w in einem besondern Zustande, oder als latente Wärme enthalten.

Das Mittel aus vielen Versuchen ergiebt 640 w für den Wärmegehalt des Dampfes. Ein Pfd. Dampf hat hiermit 6⅖ Mal so viel Wärme als 1 Pfd. siedend heißes Wasser, und kann also, indem er sich darin condensirt oder zu Wasser von 100° verdichtet, noch 5⅖ Pfd. kaltes Wasser von 0° zum Kochen gebracht werden, nimmt es 100 w und zwar als sensible oder freie Wärme auf; soll aber dasselbe

dann in Dampf verwandelt werden, so müssen ihm noch weitere 540 w zugeführt werden; alle diese Wärme wird indeß in latente oder gebundene verwandelt.

Die eben betrachteten Erscheinungen gelten für Dampf, der unter dem gewöhnlichen Luftdrucke erzeugt ist; noch merkwürdigere ergeben sich, wenn er in verschlossenen Gefäßen erzeugt und behandelt wird.

Wird etwas Wasser in einer verschlossenen und vorher luftleer gemachten Kugel erwärmt, so erfüllt sich sofort der ganze Raum mit Dampf, da nichts die Dampfbildung hindert. Dieser Dampf wird anfangs ganz dünn sein und eine sehr geringe Elasticität haben. Wie die Erwärmung jedoch zunimmt, wird beides, Dichtigkeit und Spannung, auch steigen und jedem Temperaturgrade wird ein bestimmter Grad von Dichtigkeit und Elasticität entsprechen. Bei 100° werden beide genau die des unter dem gewöhnlichen Luftdrucke erzeugten Dampfes sein*).

Setzt man nun die Erwärmung weiter fort, so wird der Dampf immer dichter und gespannter. Bei 122° wird er schon den doppelten, bei 145° ungefähr den vierfachen Druck ausüben und beinahe in demselben Verhältniß dichter sein. Diese Steigerung der Dampfkraft scheint keine Grenzen zu haben, und der Dampf wird endlich stark genug, das stärkste Gefäß zu zersprengen. Bei vierfachem Druck beträgt er auf den □″ schon 60 Pfd. und bei zehnfachem schon 150 Pfd., während die Luft auf das Gefäß von Außen nur mit 15 Pfd. vom □″ entgegendrückt.

Auch in diesem Falle haben Wasser und Dampf dieselbe erhöhte Temperatur; auch hier hat der Dampf bei jedem Temperaturgrade einen bestimmten Grad

*) Wenn die Temperaturgrade nicht benannt sind, so sind immer Centesimalgrade zu verstehen.

von Elasticität und Dichtigkeit; in allen diesen Fällen endlich ist der Dampf ein gesättigter oder saturirter, weil er so viel Wassertheile aufnehmen kann, als er zu der seiner Temperatur angemessenen Dichtigkeit bedarf.

Man sieht übrigens, daß unter diesen Umständen kein eigentliches Sieden stattfinden wird, da bei dem stetig steigenden Druck alle freie Dampfbildung gehindert ist, und daß die aufgenommene Wärme großentheils vom Wasser zurückgehalten und eben deßhalb dessen Temperatur erhöht werden muß.

Wird nun aber der Hahn eines Gefäßes, in dem solcher Dampf von höherm Druck erzeugt ist, geöffnet, so wird nicht nur dieser mit Schnelligkeit ausströmen, bis das Gleichgewicht mit dem atmosphärischen Drucke hergestellt ist, sondern auch die Temperatur des überhitzten Wassers bis auf 100° C. fallen müssen, und daher noch eine gleichsam von selbst sich ergebende oder spontane Dampfentwickelung stattfinden.

Ist nämlich in einem verschlossenen Gefäße von 1 Cub.' außer dem Dampf noch 1 Pfd. Wasser vorhanden, und Wasser und Dampf auf 122° erhitzt, so daß dieser die Elasticität von 2 Atm. erlangt hat, so wird bei Oeffnung des Hahns 1) $\frac{1}{2}$ Cub.' dieses zweifachen Dampfes ausströmen, bis der übrige zur Dichtigkeit des einfachen Dampfes sich ausgedehnt hat; 2) aber wird die Temperatur des Wassers von 122° auf 100 sinken und dieses also ein Wärmequantum von 22 w abgeben müssen. Da nun 1 Pfd. bereits siedendes Wasser 540 w bedarf, um sich in Dampf zu verwandeln, so werden jene 22 w eine spontane Verdampfung von $\frac{22}{540}$ oder etwa $\frac{1}{24}$ Pfd. Wasser veranlassen, oder nahe an $\frac{4}{5}$ Cub.' Dampf von einfacher Pression erzeugen, der ebenfalls noch durch jenen Hahn entweichen muß.

So wie ferner eingeschlossener Dampf, wenn er mit Wasser in Berührung ist, immer dichter und elastischer wird, je mehr man ihn erhitzt, so verliert er umgekehrt durch Erkältung wieder in eben dem Grade an Elasticität und Dichtigkeit, indem sich ein Theil des Dampfes wieder zu Wasser condensirt. Diese sich aussondernden Wassertheilchen machen ihn trübe und undurchsichtig wie Nebel; der gesättigte Dampf ist vollkommen durchsichtig. Füllt man daher ein Gefäß mit Dampf und erkältet man dasselbe, nachdem es dicht verschlossen worden, so werden mehr Wassertheile niedergeschlagen und der Dampf wird immer dünner. Erkältet man das Gefäß bis 25°, so beträgt die Expansivkraft des Dampfes nur 10''' und bei 0° nur noch 2''', so daß im inneren Raume beinahe ein Vacuum entsteht. Der Dampf bleibt aber immer ein saturirter, d. h. Dampf, dessen Elasticität und Dichtigkeit stets die seiner Temperatur angemessenen bleiben.

Anders verhält es sich, wenn ein bloß Dampf enthaltendes Gefäß noch mehr erhitzt wird. Der Dampf wird dann heißer, ohne daß er mehr Wasser aufnimmt. Seine Dichtigkeit bleibt unverändert, und er ist nicht mehr saturirt.

Solcher Dampf, der eine seiner Temperatur nicht entsprechende Dichtigkeit hat, heißt überhitzt. Auch hier steigt mit der Zunahme der Temperatur die Elasticität oder Expansivkraft, doch nur wie bei allen Gasarten, nämlich um $\frac{1}{273}$ für 1° C. von 0° an gerechnet.

Wenn ferner ein mit einem Kolben versehener Stiefel zum Theil mit Dampf gefüllt ist, so wird, wenn der Kolben tiefer hineingestoßen oder weiter herausgezogen wird, der Dampf entweder dichter oder dünner. Zugleich aber muß im ersten Falle seine Temperatur steigen und im zweiten sinken, und

im ersten also latente Wärme frei, im zweiten freie latent werden.

Gesetzt z. B., der Raum, in dem 1 Pfd. Dampf (von 100°) sich befindet, werde auf die Hälfte verkleinert, so wird der Dampf doppelt so dicht. Bei doppelter Dichtigkeit muß er aber 122° heiß sein. Es werden 22 w frei werden müssen und dieser Dampf nun 122 w sensible und nur 518 w latente Wärme enthalten. Ebenso, wird jener Raum auf das Doppelte erweitert, so wird der Dampf nur die halbe Dichtigkeit haben, und da er bei dieser nur 80° heiß sein kann, so müßten 20 w latent werden und derselbe nur 80 w sensible und 560 w latente Wärme in sich fassen. In allen diesen Fällen wird natürlich angenommen, daß durchaus keine Wärme verloren gehe oder hinzukomme.

Die Erfahrung lehrt endlich, daß, wenn Luft mit Dampf sich mischt, die Luft ein gleiches Volum Dampf aufnimmt, von derjenigen Dichtigkeit nämlich, die der Dampf bei der Temperatur der Luft hat, und daß die Elasticität der Luft dadurch um die des Dampfes vermehrt wird.

Bringt man etwas Wasser in 1 Cub.' trockene Luft von 30° Temperatur und 28'' Druck, so wird das Wasser verdunsten, bis die Luft 1 Cub.' Dampf von $\frac{1}{20}$ Dichtigkeit aufgenommen hat und der Druck auf $29\frac{1}{8}$'' steigen, weil Dampf von 30° 20 Mal dünner als gemeiner Dampf von 100° ist und demselben eine Expansivkraft von $\frac{1}{8}$'' zukommt.

Da 1 Cub.-Meter gemeiner Dampf nahe an 600 Grammen wiegt, so kann hiemit 1 Cub.-Meter Luft bei 30° Wärme, wenn sie mit Wässerigkeit saturirt ist, höchstens $\frac{600}{20}$ oder 30 Grm. Wasser enthalten. Und wird solche Luft auf 20° erkältet, so müssen an 15 Grm. Wasser wieder ausscheiden, weil

Dampf von 20° Temperatur 40 Mal dünner als der von 100° ist.

Wir glauben in dem Vorigen alle wesentlichen Eigenschaften des Dampfes und die merkwürdigsten Erscheinungen der Dampfbildung angegeben zu haben. Zu einer gründlichen Einsicht in die Wirkung der Dampfmaschinen ist aber nöthig, daß wir die mehrsten noch einer genauern Untersuchung unterwerfen. Es soll dies durch die folgenden Betrachtungen geschehen.

Specielle Physik des Dampfes.

Messung der Elasticität des Dampfes.

Die Spannkraft oder Pression des Dampfes pflegt man auf dreierlei Weise zu bestimmen oder zu messen:

1. In Atmosphären, oder indem man den gewöhnlichen Druck der atmosphärischen Luft als Maßeinheit annimmt;

2. barometrisch oder nach der Höhe einer Quecksilbersäule, die er zu tragen vermag;

3. in Gewichten oder nach dem Drucke, den er auf eine gegebene Fläche, 1 □'' oder 1 □ cm. (Centim.) ausübt.

Da der Druck der Atmosphäre variirt, so nimmt man als Maßeinheit den bei 28 franz. '' oder 30 engl. '' oder 0,76 Met. Barometerstand an, obschon der wirkliche Druck der Luft gewöhnlich etwas geringer ist. Jene 3 Werthe sind zwar nicht ganz gleich; denn

76 Cm. = 28,075'' (par.) und 30'' engl. = 28,146'' par.

Der Unterschied ist in der Praxis jedoch unerheblich. Dampf von 7 Atm. zu 30″ engl. ist nur um 1/24 Atm. stärker, als solcher zu 28″ franz. bestimmt.

Dampf von 1 Atm. Druck, atmosphärischer oder einfacher, wie man solchen auch nennt, übt auf 1 □ cm. einen Druck von 1,033 Kil. aus; auf 1 ⊙ oder Circ. cm. einen Druck von 0,812 Kil.

Dampf von 2 oder 3 Atm. (2- oder 3facher) ist, barometrisch angegeben, Dampf von 1,52 und 2,28 Met. oder 60 und 90″ (engl.) Quecksilberhöhe und von 2,066 und 3,1 Kil. Druck pro □ cm.

Zuweilen giebt man bloß den Ueberdruck an und nennt wohl 4fachen Dampf den, der um 4 Atm. den äußern Luftdruck übersteigt; solcher Dampf ist in der That aber 5facher, oder Dampf von 5 Atm. Druck.

Relation des Drucks und der Temperatur bei höhern Wärmegraden.

Daß, wenn Wasser in verschlossenen Gefäßen gekocht wird, der Dampf allmälig nicht nur dichter und elastischer, sondern auch heißer wird, mußte schon längst beobachtet worden sein. Erst in neuerer Zeit fand man aber, daß jedem Temperaturgrade des (gesättigten) Dampfes und des siedenden Wassers ein bestimmter Grad der Spannung oder Elasticität entspreche, und suchte man diesen durch vielfache Versuche für alle Temperaturen zu erforschen. Die ersten Versuche, die mit der Hitze wachsende Spannkraft des Dampfes zu messen, machte Dr. Ziegler von Winterthur bekannt, in den Abhandlungen de digestore Papini. Basil. 1769. 4. Besonders verdienstlich sind die von Betancourt, von Christian in Paris, von Arzberger in Wien und die des Franklin-

Dampf
er von
Eigensch
Erschein
Zu ein
Dampf
ten n
sol

Tafel I*).

Druck		Temper. in C°.	Druck		Temp. in C°.
Atm.	Barom.		in Atm.	Barom.	
Atm.	76 cm.	100 C.	8 Atm.	608 cm.	172,1° C.
¼	95	106,6	9	684	177,1
½	114	112,2	10	760	181,6
¾	133	117,1	11	836	186
	152	121,3	12	912	190
¼	171	125,5	13	988	193,7
½	190	128,8	14	1064	197,2
¾	209	132,1	15	1140	200,5
	228	135,1	16	1216	203,6
½	266	140,6	18	1368	209,4
	304	145,4	20	1520	214,7
½	342	149,1	24	1824	224,2
	380	153,1	30	2280	236,2
½	418	156,8	35	2660	244,8
	456	160,2	40	3040	252,5
	532	166,5	50	3800	265,9

*) Wir haben den Barometer-Druck in Centim. und die Temperatur in Centesimalgraden angegeben.

Der Druck in franz. Zollen findet sich, wenn man die Atm. mit 28, und der in engl., wenn man sie mit 30 multiplicirt.

Die Temperatur in R. (nach Réaumur), wenn man die angegebenen mit $\frac{4}{5}$ und in F. (nach Fahrenheit), wenn man sie mit $\frac{9}{5}$ multiplicirt und für letztere noch 32 addirt.

instituts in den Vereinigten Staaten. Vor allen zeichnen sich indeß durch Umfang und Genauigkeit diejenigen aus, die von Dulong und andern Mitgliedern des französischen Instituts unternommen wurden, indem der Apparat mittelst einer Röhre von beinahe 70′ Höhe den barometrischen Druck der Dämpfe bis zu einer Stärke von mehr als 25 Atmosphären direct beobachten ließ. Andere Physiker ermittelten bei höheren Temperaturen die Spannkraft des Dampfes mit Hülfe eines Manometers, oder nach der Belastung einer Sicherheitsklappe, die der Dampf zu heben vermochte.

Wir halten für überflüssig, einzelne Reihen von Beobachtungen anzuführen, und begnügen uns, in folgender Tafel anzugeben, wie als Resultat der genauesten Versuche nach Arago und Dulong die Temperatur des saturirten Dampfes mit der Spannung zunimmt.

Tafel II*).

Druck		Temper.	Druck		Temp. in C°.
in Atm.	Barom.	in C°.	in Atm.	Barom.	
1 Atm.	76 cm.	100 C.	8 Atm.	608 cm.	172,1° C.
1¼	95	106,6	9	684	177,1
1½	114	112,2	10	760	181,6
1¾	133	117,1	11	836	186
2	152	121,3	12	912	190
2¼	171	125,5	13	988	193,7
2½	190	128,8	14	1064	197,2
2¾	209	132,1	15	1140	200,5
3	228	135,1	16	1216	203,6
3½	266	140,6	18	1368	209,4
4	304	145,4	20	1520	214,7
4½	342	149,1	24	1824	224,2
5	380	153,1	30	2280	236,2
5½	418	156,8	35	2660	244,8
6	456	160,2	40	3040	252,5
7	532	166,5	50	3800	265,9

*) Wir haben den Barometer-Druck in Centim. und die Temperatur in Centesimalgraden angegeben.

Der Druck in franz. Zollen findet sich, wenn man die Atm. mit 28, und der in engl., wenn man sie mit 30 multiplicirt.

Die Temperatur in R. (nach Réaumur), wenn man die angegebenen mit $\frac{4}{5}$ und in F. (nach Fahrenheit), wenn man sie mit $\frac{9}{5}$ multiplicirt und für letztere noch 32 addirt.

Die vorstehenden Bestimmungen können allerdings nicht in gleichem Grade für richtig gelten. Da bei sehr hoher Spannung des Dampfes die Versuche immer schwieriger werden, so besitzt man über solche nur wenige Beobachtungen, und da die Temperaturunterschiede immer geringer werden, so werden dann ganz genaue Resultate kaum möglich.

Es ist indeß sehr wahrscheinlich, daß auch zukünftige Versuche die obigen Angaben bis zum Druck von 8 Atmosphären so viel als gar nicht, und bis zu dem von 20 Atmosphären nicht wesentlich abändern werden, und die vorstehende Tafel kann also bereits den Prattiker befriedigen.

Dasselbe muß auch von allen Regeln oder Formeln gelten, die man aufzustellen bemüht war, um für jeden gegebenen Temperaturgrad die demselben zukommende Spannkraft oder umgekehrt zu berechnen. Noch scheint keine gefunden, durch welche für alle Temperaturen mit der Erfahrung übereinstimmende Resultate erhalten werden, so daß ihr eine allgemeine Gültigkeit zuerkannt werden könnte. Richtige geben auch die besten nur bis zum Drucke von 6 oder höchstens 8 Atmosphären, und da man bis dahin eine für alle Temperaturgrade sehr detaillirte Tafel entworfen hat, so sind für den Practiker überhaupt diese Formeln ziemlich entbehrlich. Indessen wollen wir die von Tredgold gegebene anführen.

Ist t die Temperatur in C und p die Pression in Centim., so ist log. p = 6 × (l (t + 73) − l 84) und log. (t + 73) = $\frac{1}{6}$ l p + l 84.

Der Druck des Dampfes bei 121° C. findet sich hiemit also:

log. 121 + 73 oder log. 194 = 2,28780
log. 84 = 1,92428
0,36352
× 6
2,18172 = C. 153.

Der Druck wäre also = 152 Centim., und zur Berechnung der Temperatur, wenn p gegeben ist: log. t + 73 = $\frac{\text{log. p.}}{6}$ + log. 84.

Demnach wäre die Temperatur von 8fachem Dampf (wo p = 608) = 171½°.

Es dürfte auffallen, daß die Spannkraft bei so geringer Erhöhung der Temperatur doch so sehr zunimmt, so daß sie z. B. auf das Doppelte steigt, wenn Dampf von 100° um 22° heißer wird. Man könnte vermuthen, daß demnach eine ganz geringe Zugabe von Wärme dies bewirken müsse. Allein es ist von saturirtem Dampf die Rede, und es muß hiermit nicht nur auch das Erzeugungswasser um 22° heißer, sondern der Dampf überdies fast doppelt so dicht und hiermit noch fast eben so viel neuer Dampf erzeugt werden.

Enthält ein Kessel 2000 Pf. Wasser und 1½ Pf. Dampf von 105° und producirt er pro Minute 10 Pf. Dampf, so muß er pro Minute 10 × 640 w erhalten oder 6400 w, und hat auf einmal kein Dampfverbrauch statt, während er fortdauernd gleich viel Wärme erhält, so muß unstreitig die Hitze steigen. Damit jeder der Kesseldämpfe die Spannung von 2 Atmosphären erreiche, muß nicht nur an ½ Pf. Wasser zu Dampf werden, was 8—900 w kostet, sondern überdies alles Kesselwasser um 17° heißer werden, wozu 34,000 w erforderlich sind. Der Dampf

wird also nur langsam und erst nach etwa 5½ Minuten jene Spannung erreichen. Daraus erhellt jedoch, daß die Spannung um so rascher zunehmen wird, je weniger Wasser im Kessel vorhanden ist. Sodann sieht man, daß mehr Wärme und Zeit erforderlich sind, um 2fachen Dampf zu 3fachem, als um 6fachen zu 7fachem oder 9fachen zu 10fachem zu erhöhen.

Ist der Druck eines Dampfes in Atmosphären bekannt, so läßt sich natürlich leicht der Flächendruck berechnen. Wie dieser zunimmt, zeigt

Tafel II.

Druck in Atm.	Flächendruck auf 1 □ cm.	1 ○ cm.	1 □″ (engl.)	1 ○″
	Kil.	Kil.	e. Pfd.	e. Pfd.
1 Atm.	1,033	0,811	14,7	11,55
1¼	1,291	1,014	18,375	14,4375
1½	1,549	1,216	22,05	17,325
2	2,066	1,622	29,4	23,1
2½	2,582	2,028	36,75	28,875
3	3,1	2,432	44,1	34,65
3½	3,615	2,838	51,45	40,425
4	4,132	3,244	58,8	46,2
4½	4,648	3,650	66,15	51,975
5	5,165	4,056	73,5	57,75
5½	5,681	4,460	80,85	63,525
6	6,2	4,866	88,2	69,3
6½	6,714	5,270	95,55	75,075
7	7,231	5,676	102,9	80,85
7½	7,747	6,082	110,25	86,625
8	8,264	6,488	117,6	92,4

Dichtigkeit des Dampfes bei höhern Temperaturgraden.

Die genaue Ausmittelung der Dichtigkeit des Dampfes ist mit großen Schwierigkeiten verbunden; es ist sich daher nicht zu verwundern, daß frühere Physiker sie sehr unrichtig angaben. Muschenbroek und Desaguliers glaubten noch, der heiße Wasserdampf sei wenigstens 14000 Mal dünner als das Wasser. Watt bestimmte diese Dichtigkeit zuerst beinahe so, wie sie auch die neuesten und sorgfältigsten Versuche finden lassen, indem er annahm, daß 1 Cub.″ kaltes Wasser sich in 1 Cub.′ (also 1728 C.″) Dampf verwandle.

Aus den genauesten Versuchen ergiebt sich nämlich, daß 1 Cub.″ Wasser von 0° 1700 Cub.″ einfachen Dampf (von 100° oder 28″ Druck) liefert.

Oder 1 Cub.″ Wasser von 100° C. (da dieses um $\frac{1}{24}$ leichter als kaltes ist) 1620 Cub.″ Dampf.

Der Dampf von 1 Atm. Druck wäre also 1700 Mal dünner und leichter als kaltes Wasser und sein specifisches Gewicht = 0,000589 (wenn das des kalten = 1).

Und es wiegt demnach:

$$1 \text{ engl. Cub}' \text{ D. } \frac{62\frac{1}{2}}{1700} \text{ oder } 0{,}036765 \text{ Pf.}$$

$$\text{und } 1 \text{ Cub.-Meter D. } \frac{1000}{1700} \text{ oder } 0{,}589 \text{ Kil.}$$

und gehen auf 1 Pf. (engl.) 27½ Cub.′ und auf 1 Kil. 1,7 Cub.-Meter einfacher Dampf.

Es fragt sich nun aber, welches die Dichtigkeit des Dampfes bei höheren Temperaturgraden und für jeden Grad der Spannung sein wird, und diese muß, da sie sich kaum durch Versuche genau ermitteln läßt, durch Berechnung bestimmt werden.

Wie diese Berechnungen angestellt werden können, ist aus Folgendem ersichtlich.

Da man 1) weiß, daß die Luft für jeden Centes. Grad, um den sie erwärmt wird, um $\frac{1}{270}$ ihres primitiven Volums (bei 0°) sich ausdehnt, so werden 270 Cub.' Luft von 0° auf 100° erwärmt, zu 370 Cub.' und 1 Cub.' Luft von 100° um weitere t° erwärmt zu $\frac{370 + t}{370}$ Cub.'

Da man 2) weiß, daß der Dampf sich genau nach dem gleichen Gesetze ausdehnt, so muß 1 Cub.' Dampf von 100°, wenn seine Temperatur um 22° steigt, ein Volum von

$$\frac{370 + 22}{370} \text{ oder } \frac{392}{370} \text{ Cub.' erlangen,}$$

und hiermit der Dampf aus 1 Pf. Wasser oder 1700 Cub.' zum Volum von $\frac{392}{370} + 1700$ oder 1801 Cub.' sich ausdehnen.

Da man endlich 3) weiß, daß sich bei gleicher Temperatur die Pression der elastischen Flüssigkeiten wie die Dichtigkeit verhält, und saturirter Dampf bei 122° C. gerade die doppelte Pression oder die von 2 Atmosphären hat, so werden jene 1801 Cub.' eine doppelte Dichtigkeit und daher ein Volum von nur 900 Cub.' haben müssen.

Oder wenn 1 Cub.' Wasser von 0° 1700 Cub.' Dampf von 100° und einfacher Pression liefert, so giebt ein solcher 900 C.' (oder dem Volum nach etwas mehr als halb so viel) Dampf von 122° und zweifacher Pression.

Es muß hiermit 1 Cub.-Meter Dampf von 2 Atmosphären $\frac{1000}{900}$ Kil. wiegen und das spec. Gewicht

0,00111 betragen, und dieses, sowie die reelle Dichtigkeit, nicht ganz im Verhältniß der Spannung wachsen.

Zur Berechnung des spec. Gewichts d (oder des Gewichts von 1 Cub.-Meter Dampf) kann folgende Formel dienen, wenn p oder der Druck pro □cm., in Kil. und die Temperatur in C.° gegeben sind. Es ist nämlich

$$d = \frac{0{,}7827\ p}{1 + 0{,}00375\,t} \text{ oder genauer } \frac{0{,}7827\ p}{1 + 0{,}00364\ t}$$

je nachdem man wie früher die Ausdehnung zu $\frac{1}{267}$, oder nach Rudberg zu $\frac{1}{274}$ pro Grad annimmt; daher jetzt auch das spec. Gewicht etwas größer als bisher gefunden wird.

Beispiel. Ist $t = 100°$ und $p = 1{,}033$, so finden wir

$$d = \frac{0{,}7827 \times 1{,}033}{1 + 0{,}364} = 0{,}592$$

und für 3fachen Dampf von $t = 135$ und $p = 3{,}1$

$$= d\ \frac{0{,}7827 \times 3{,}1}{1{,}4914} = 1{,}627$$

oder nach der ältern Formel

$$d = \frac{0{,}7827 \times 3{,}1}{1{,}5062} = 1{,}611.$$

Wäre dreifacher Dampf dreimal dichter als einfacher, so müßte 1 Cub.-Meter $3 \times 0{,}592$ oder 1,776 Kil. wiegen.

Hat der Dampf bei $145\frac{1}{4}°$ die Pression von 4 Atmosphären, so muß 1 Cub.'' Wasser 477 Cub.'' solchen Dampfes geben, und dessen Dichtigkeit also $= 0{,}00209$ sein.

Denn 1700 Cub.'' einf. Dampfes dehnen sich bei $145\frac{1}{4}°$ zu $1700 \times \frac{415\frac{1}{4}}{370}$ oder zu 1908'' aus und $\frac{1908}{4} = 477$

1 Cub." Wasser giebt also 477 Cub." Dampf von 4 Atm. und 477 : 1 wie 1 : 0,00209.

Aus den Dichtigkeitsverhältnissen läßt sich nun auch leicht berechnen:

1) Die Menge Dampf von höherem Druck, die 1 Pfund oder 1 Kil. Wasser erzeugen muß, und

2) das Gewicht eines gegebenen Volums Dampf von jeder Temperatur.

Fragen wir z. B., wie viel franz. Cub.' Dampf von 135° aus 1 Pf. Wasser erhalten werden, so findet es sich also:

1 Pf. Wasser giebt 24$\frac{2}{7}$ Cub.' Dampf von 100° und von 0,000588 Dichtigkeit.

Die Dichtigkeit des Dampfes bei 135° ist = 0,001611.

Die Volume verhalten sich umgekehrt wie die Dichtigkeiten; wir setzen also:

wie 1611 : 588 so 24$\frac{2}{7}$: x — oder 8¾ Cub.'

Oder fragen wir, wie viel Pfund z. B. 73 Cub.' Dampf von 140° C. wägen?

73 Cub.' Dampf von 100° wägen $73 \times \frac{7}{170}$ oder 3 Pfund.

Da die Dichtigkeit aber bei 140° = 0,001818, so verhält sie sich zu der des einfachen Dampfes wie 1818 : 588; und da die Gewichte sich verhalten wie die Dichtigkeiten, so haben wir:

588 : 1818 = 3 : x oder 9,3 Pfd.

Bei metrischen Maßen ergiebt sich das Gewicht von 1 Cub. Met. jenes Dampfes sofort aus dem Dichtigkeitsverhältnisse.

Denn da 1 Cub. Meter Dampf bei 100° (dessen Dichtigkeit = 0,000588) 0,588 Kil. wiegt, so wiegt 1 Cub. Meter Dampf bei 140° C. — 1,818 Kil. (weil die Dichtigkeit = 0,001818).

Sehr bemerkenswerth endlich ist, obschon aus der obigen Erklärung der Dichtigkeitsberechnung leicht begreiflich, daß die Expansivkraft im stärkerem Verhältnisse, als die derselben Temperatur zugehörige Dichtigkeit wächst.

Bei 122° ist die Elasticität bereits die doppelte, die Dichtigkeit aber nur wie 588 : 111 gestiegen.

Bei 161° ist die Dichtigkeit auf's Fünffache gestiegen, die Expansivkraft aber bereits fast die von 6 Atmosphären Druck.

Wir werden sehen, daß dieser Umstand bei Anwendung eines hochdrückenden Dampfes besondere Beachtung verdient.

Die folgende Tafel giebt an 1) wie viele Litre (Cub.-Decim.) saturirter Dampf von jeder Pression und der ihr zukommenden Temperatur auf 1 Kilogr. gehen, und 2) wie viel Kil. 1 Cub.-Meter desselben wiegt.

Tafel XII.

Druck in Atm.	Liter auf 1 Kil.	Gewicht 1 Cub.-Met. in Kil.	Druck in Atm.	Liter auf 1 Kil.	Gewicht 1 Cub.-Meter. in Kil.
1	1700,0	0,588	4½	428,4	2,334
1¼	1384,4	0,722	4¾	406,8	2,457
1½	1171,6	0,854	5	389,4	2,568
1¾	1016,7	0,984	5¼	372,3	2,690
2	899,9	1,111	5½	356,9	2,802
2¼	808,0	1,238	5¾	342,8	2,917
2½	733,4	1,363	6	329,6	3,033
2¾	672,4	1,487	6¼	317,6	3,149
3	620,7	1,611	6½	306,6	3,261
3¼	576,8	1,734	6¾	296,3	3,374
3½	539,1	1,855	7	286,7	3,488
3¾	506,1	1,972	8	254,3	3,934
4	477,0	2,096	9	228,7	4,373
4¼	451,0	2,217	10	208,0	4,808

Das Volum findet sich, wenn Pression und Temp. bekannt, also:

Wenn $p = \frac{5}{4}$ Atm., $t = 106{,}106$, so gehen auf 1 Kil. Dampf

$$1700 \times \frac{4}{5} \times \frac{270 + 106{,}6}{370} \text{ oder } 1384{,}4 \text{ Lit.}$$

und wenn $p = 3$ Atm., $t = 135$

$$1700 \times \frac{1}{3} \times \frac{270 + 135}{370} \text{ oder } 620{,}6 \text{ Lit.}$$

Es gehen demnach auf 1 Pf. in engl. Maß

			Cub.'
von	1	Atm. . .	27,4
"	1¼	" . .	21,9
"	1½	" . .	18,85
"	1¾	" . .	16,35
"	2	" . .	14,46
"	2½	" . .	11,8
"	3	" . .	10,8
"	3½	" . .	8,67
"	4	" . .	7,68
"	4½	" . .	6,9
"	5	" . .	6,275
"	6	" . .	5,29
"	7	" . .	4,61
"	8	" . .	4,1
"	9	" . .	3,67
"	10	" . .	3,35
"	18	" . .	2,00
"	35	" . .	1,1

Die erste dieser Col. zeigt zugleich und überhaupt das relative Volum des Dampfes zum Wasser (v. 0°) und die zweite das relative oder specifische Gewicht des Dampfes (zum Wasser = 1000).

Denn, da 1 Liter = 1 Cub. Decimeter Wasser, und dieses 1 Kil. wiegt, so muß auch 1 Cub.' Wasser 477 Cub.' Dampf von 4 Atm. geben, wenn so viel Liter auf 1 Kil. gehen, und wenn das spec. Gewicht des einfachen Dampfes = 0,000588 ist, so wird das des vierfachen = 0,002096 sein (das kalte Wasser = 1 genommen).

Setzt man die Dichte des Dampfes von 1 Atm. Druck = 1, so verhält sie sich bei höherem Druck also:

1¼ Atm.	. . . .	1,23
1½ "	. . .	1,45
1¾ "	. . .	1,67
2 "	. . .	1,89
2¼ "	. . .	2,10
2½ "	. . .	2,32
2¾ "	. . .	2,53
3 "	. . .	2,74
3¼ "	. . .	2,95
3½ "	. . .	3,15
3¾ "	. . .	3,36
4 "	. . .	3,56
4¼ "	. . .	3,77
4½ "	. . .	3,97
4¾ "	. . .	4,37
5 "	. . .	4,37
6 "	. . .	5,15
7 "	. . .	5,92
8 "	. . .	6,7
9 "	. . .	7,44
10 "	. . .	8,18

Compression und Dilatation.

Könnte man ein Volum Dampf ohne die mindeste Aenderung seines Wärmegehalts comprimiren, so würde die Spannkraft 1) im umgekehrten Verhältniß des Volums vermehrt, und 2) noch durch die Erhöhung der Temperatur, da die Zusammendrückung nothwendig eine Verminderung der latenten, und daher eine Vermehrung der sensibeln Wärme zur Folge hat.

Beispiel. Würde 1 Cub.=Meter einf. Dampf auf ¼ Cub.=Met. comprimirt, so würde dadurch allein p 4 Mal größer; da aber 4 Mal dichterer Dampf

eine Temp. von 150° hat, so wird $p = \frac{4 \times 420}{370}$ oder $4\frac{20}{37}$ Mal größer.

Das Umgekehrte muß bei der Dilatation oder Expandirung einer eingeschlossenen Dampfmasse stattfinden.

Würde dreifacher Dampf zum doppelten Volum expandirt (und zwar ohne daß ein Atom Wärme hinzukäme oder verloren ginge), so vermindert sich in Folge der Ausdehnung die Temperatur, und die Elasticität daher aus zwei Ursachen: 1) im Verhältniß des Volums und 2) wegen der Abnahme von t.

Beispiel. Dampf von 3 Atm. hat eine Temp. von 135° und 1 Liter wiegt $\frac{1}{621}$ Kil. Bei doppeltem Volum wiegt 1 Liter nur $\frac{1}{1242}$ Kil. Da aber die Temp. auf 110° sinkt, so ist die Pression nicht = 1,5, sondern $\frac{3}{2} \times \frac{380}{405} = 1,41$.

Ist der totale Wärmegehalt bei jeder Dichte des Dampfes eine constante Größe, so muß der Dampf ein saturirter bleiben, ob er dilatirt oder comprimirt wird. Bei der Dilatation sinkt die Temperatur, weil Wärme gebunden, und bei der Compression steigt sie, weil Wärme frei werden muß.

Elasticität und Dichtigkeit des Dampfes unter 100°.

Schon Cavendish zeigte, daß Wasser auch in einem luftleeren Raume und bei ganz niederer Temperatur einen Dampf bildet, der, so dünn er ist, den ganzen Raum erfüllt. Er fand, daß dieser Dampf bei 72° F. (22° C.) eine Quecksilbersäule von etwa [illegible]'' Höhe zu tragen vermöge. Später stellten Bétancourt u. A. Untersuchungen darüber an, noch glaubten sie aber, diese Dampfbildung habe nur bei einer Wärme über 0° statt. Genau sind die Dichtigkeits-

und Elasticitäts-Verhältnisse des Dampfes bei allen tieferen Temperaturgraden erst durch Dalton's und einige neuere Versuche bestimmt worden.

Es geht aus diesen Untersuchungen hervor:

1) daß sich aus Wasser bei jeder Temperatur und auch weit unter dem Eispunct Dampf entbindet, und zwar unter dem gewöhnlichen Luftdrucke, so wie im luftleeren Raume; und

2) daß auch diesem Dampf, als gesättigtem, bei jeder Temperatur ein bestimmter Grad von Dichtigkeit und Elasticität zukomme.

Ist Wasser in einem geschlossenen Gefäße voll Luft, so entsteht nichtsdestoweniger ein gleiches Volum Dampf von der seiner Temperatur entsprechenden Dichtigkeit; die Luft wird um das Gewicht dieses dünnen Dampfes schwerer, und die Elasticität derselben um die Elasticität des Dampfes vermehrt. Hat dieser Dampf z. B. bei 25° eine Elasticität von 1", so wird die Luft, wenn sie trocken bei dieser Temperatur eine Elasticität von 28" hat, durch Aufnahme des Dampfes eine Elasticität von 28½" erlangen, wofern sich nämlich das Volum nicht ändern kann.

Rein oder ohne Vermischung mit Luft kann solcher Dampf auf verschiedene Weise gebildet werden.

1) Unter Recipienten, aus denen man sorgfältig die Luft ausgepumpt hat.

2) In Gefäßen, in denen Wasser zum Sieden gebracht wird, und die man verschließt, nachdem der Dampf alle Luft ausgetrieben hat. Wird das Gefäß sodann erkältet, so condensirt sich der vorige Dampf, und den Raum erfüllt bloß Dampf von einer der erniedrigten Temperatur angemessenen Dichtigkeit und Expansion, woraus denn hervorgeht, daß die Erkältung des Dampfes kein wahres Vacuum erzeugt.

3) In Röhren, die mit Quecksilber gefüllt sind, und über dem etwas Wasser schwimmt und verdunstet.

Das letzte Verfahren, das Dalton zuerst anwendete, ist besonders geeignet, die Elasticität solcher Dämpfe zu messen.

Füllt man nämlich eine etwa 30'' lange Glasröhre mit wohlausgekochtem Quecksilber, und stürzt nun diese Röhre in einem Gefäße mit Quecksilber um, so wird sich das Quecksilber in der Röhre so hoch halten, als in einem Barometer. Steht dieser auf 28'', so wird auch jene Säule so hoch sein, und der obere Raum ein völlig leerer von 2''. — Läßt man nun in die Röhre ein Stückchen luftleeres Eis oder einige Tropfen Wasser steigen, so wird das Quecksilber, so wie sie über dasselbe kommen, etwas sinken; und zwar um so mehr, je mehr das Wasser erwärmt wird. Umgekehrt steigt es, wenn letzteres wieder erkältet wird. War das Wasser ganz luftleer, so rührt dieses Sinken einzig von der Entstehung von Dampf her, und dessen Druck muß unstreitig aus der Differenz des Quecksilberstandes abzunehmen sein. Steht der Barometer auf 27'' und hat die Quecksilbersäule, wenn der obere Theil auf 40° C. erwärmt ist, nur 25'', so muß dem Dampf bei dieser Temperatur eine Elasticität von 2'' zukommen.

Durch ähnliche Versuche hat man die Expansivkraft der Dämpfe bei niedriger Temperatur nach folgender Tafel bestimmt und daraus die ihr zukommende Dichtigkeit berechnet.

Tafel IV.

Elasticität und Dichtigkeit der Dämpfe unter 100°.

Temperatur.	Druck		Dichtigkeit zum Wasser = 1000.
	in cm.	in Atm.	
0° C.	0,47	0,006	0,0037
10	1,00	0,013	0,0079
15	1,45	0,018	0,011
20	1,94	0,025	0,015
25	2,65	0,036	0,021
30	3,55	0,046	0,029
35	4,69	0,062	0,038
40	6,13	0,080	0,050
45	7,91	0,104	0,064
50	10,11	0,132	0,082
55	12,74	0,167	0,104
60	16,05	0,21	0,130
65	19,96	0,26	0,162
70	24,63	0,33	0,199
75	30,20	0,40	0,243
80	36,77	0,48	0,294
85	44,67	0,59	0,353
90	53,50	0,70	0,422
95	64,00	0,84	0,500
100	76,16	1	0,589

Mit Hülfe dieser Tafel lassen sich die Wirkungen der Erkältung und Condensation der Dämpfe leicht finden.

Enthält ein Gefäß z. B. 1 Pfund Dampf von 100° und wird es bis 50° erkältet, so hat der erkältete Dampf nur noch eine Pression von 10,11 Centim. und derselbe wiegt nur noch $\frac{82}{540}$ oder kaum $\frac{1}{7}$ Pfund. Ueber $\frac{6}{7}$ Pfund Wasser werden daraus niedergeschlagen. Immerhin entsteht, wie schon bemerkt, kein eigentliches Vacuum.

Diese Verdampfung des Wassers unter 100° in freier Luft nennen wir gewöhnlich Verdunstung. Sie findet langsam und meist kaum bemerklich statt. Das Wasser entwickelt weniger und einen dünnern Dampf, als die Luft, zumal sie wechselt, aufnehmen kann. Anders verhält es sich, ist das Wasser bedeutend wärmer als die Luft, oder diese ruhig. Dann steigt mehr und ein dichterer Dampf auf, als diese fassen kann; ein Theil wird sofort condensirt, und die Luft neblicht. Daher sehen wir bei sehr strenger Kälte sogar Flüsse rauchen, weil die Luft dann kälter als das Wasser ist.

Zunahme der Spannkraft nach Biot.

Wir geben hier noch einen kurzen Auszug aus der Tafel, die Biot 1841 der Academie vorlegte, und welche die von ihm nach einer eigenen und denselben Formel von Grad zu Grad berechnete Spannkraft der Dämpfe angiebt.

Man sieht daraus, daß diese für 1° C. zunimmt: bei 132° um 5 cm.; bei 160° um 10 cm; bei 170° um 15 cm.; bei 190° um 22 cm.; bei 210° um 30 cm.; bei 240° um 48 cm.; und bei 280° um 74 cm., oder fast um 1 Atmosphäre.

Temperatur.	Spannkraft.	Temperatur.	Spannkraft.	Temperatur.	Spannkraft.
0° C.	4 mill.	100° C.	76 cm.	170°	609 cm.
10°	8,6	105°	91	180°	775
20°	17,1	110°	108	190°	974
30°	31,6	115°	127	200°	1210
40°	35,5	120°	149	210°	1489
50°	93,1	125°	175	220°	1813
60°	150	130°	204	230°	2187
70°	235	135°	237	240°	2614
75°	290	140°	274	250°	3098
80°	350	145°	316	260°	3642
85°	434	150°	362	270°	4248
90°	526	155°	415	280°	4919
95°	634	160°	473	300°	6460

Ueber den Wärmegehalt der Dämpfe bei verschiedenen Temperaturen.

Wir haben bemerkt, daß es etwa $6\frac{2}{5}$ Mal so viel Wärme brauche, um 1 Pf. Wasser von 0° in Dampf zu verwandeln, als um es bloß bis zum Siedepuncte zu erhitzen, und daß hiermit, abstrahirt man von der Wärme, die das Wasser bei 0° enthält, der Wärmegehalt des Dampfes $6\frac{2}{5}$ Mal so groß heißen kann, als der des Wassers bei 100°.

Oder setzen wir das in 1 Pf. Wasser von 100° enthaltene Wärmequantum = 100 w, so ist das in 1 Pf. Dampf enthaltene = 640 w, und da der Dampf dieselbe Temperatur hat, so müssen davon 540 w im Zustande der latenten Wärme und nur 100 in dem von sensibler vorhanden sein.

Eine genaue Kenntniß von dem absoluten Wärmegehalte des Dampfes ist ohne Zweifel bei der Anwendung desselben von großer Wichtigkeit, denn wir werden dadurch in den Stand gesetzt zu berechnen:

Wie viel Wärme ein gegebenes Quantum Wasser von jeder Temperatur aufnehmen muß, um sich in Dampf zu verwandeln.

Wie viel Dampf durch eine gegebene Menge Wärme erzeugt werden kann.

Wie viel Wärme ein gegebenes Quantum Dampf abtritt, wenn er zu Wasser wieder verdichtet wird.

Wie viel Wärme endlich einem Quantum Dampf entzogen werden muß, um ihn ganz oder zum Theil zu condensiren.

Es ist früher gezeigt worden, wie jener Wärmegehalt ausgemittelt werden kann; leicht ist aber zu erkennen, wie schwierig es sein mag, jeden Verlust oder jeden Zufluß von etwas Wärme bei diesen Versuchen zu verhüten, und es kann daher nicht befremden, daß auch hier die Ergebnisse ziemlich abweichend sind. Die meisten und genauesten Versuche schwanken indessen zwischen 630 und 650, so daß man den Wärmegehalt des Dampfes ohne Bedenken zu 640 w annehmen darf.

Es fragt sich nun aber, ob dieser Wärmegehalt für allen Dampf, von welcher Temperatur und Dichtigkeit er ist, derselbe sei? und diese Frage ist bis jetzt noch nicht vollkommen entschieden.

Nach den Einen ist der Totalgehalt an Wärme eine constante Größe; nach Andern der Gehalt an latenter Wärme.

Nach der zweiten Ansicht hingegen enthält aller Dampf 540 w an latenter Wärme, und Dampf von 130° enthielte im Ganzen 540 + 130 oder 670 w.

So wichtig es unstreitig wäre, besonders zur Würdigung der Anwendung des Hochdruckdampfes,

daß man über die eine oder die andere dieser Meinungen zu völliger Gewißheit käme, so dürfen die noch obwaltenden Zweifel doch nicht befremden, wenn man bedenkt, daß der Unterschied des absoluten Wärmegehalts bei mäßigdrückendem Dampfe nach beiden Ansichten nicht groß ist; Versuche aber mit hochdrückendem mit sehr bedeutenden Schwierigkeiten verbunden sind.

Da wir hier die Erörterung dieser beiden Ansichten unberücksichtigt lassen müssen, so erklären wir uns lediglich dahin, daß wir die erstere (oder die von Clément, Désormes, Pambour u. a.) für wahrscheinlicher halten und daher bei allen unsern Berechnungen den absoluten Wärmegehalt des Dampfes für alle Grade von Temperatur und Dichtigkeit als eine constante Größe ansehen, und diesen für jedes Pfund Dampf = 640 w setzen.

Nach dieser Ansicht sind also stets 640 w erforderlich, um aus 1 Pf. Wasser von 0° 1 Pf. Dampf zu erzeugen. Ist die Temperatur des Wassers = 20°, so bedarf es nur 620 w; ist sie = 40° nur 600 w.

Und da diese 600 w in diesem Falle etwa 24 Cub.' Dampf von der Dichtigkeit bei 100° liefern, so würde dieselbe Wärmemenge 12 Cub.' Dampf von doppelter und 6 Cub.' Dampf von vierfacher Dichtigkeit erzeugen, weil diese Dampfvolume stets dasselbe oder 1 Pf. wiegen. Oder es bedarf 4 × 600 oder 2400 w, um 24 Cub.' von vierfacher Dichtigkeit zu erzeugen.

Da nun aber viermal dichterer Dampf eine $4\frac{1}{2}$fache Expansivkraft hat, so geht daraus hervor, daß dasselbe Wärmequantum eine größere Kraft hervorbringt, wenn es zur Erzeugung eines dichteren Dampfes verwendet wird.

Ein Umstand ist jedoch nicht zu übersehen, wenn daraus auf den Vortheil, dichtern Dampf zu produ-

ciren, geschlossen werden will. Je dichter der Dampf ist, desto höher ist auch seine Temperatur, so wie die des siedenden Wassers, und je höher diese Temperatur ist, desto schwieriger nimmt es Wärme aus dem gleichen Feuer auf. Das Einströmen der Wärme richtet sich nämlich nach dem Temperaturunterschiede des Feuers und des Wassers. Hat das Feuer z. B. eine Temperatur von 800°, und das Wasser eine von 100°, so beträgt der Unterschied 700°; nur 650 hingegen, wenn das Wasser 150° heiß ist. Wir werden auf diesen Umstand, den wir hier nur andeuten, in der Folge noch zurückkommen.

Ob die Temperatur des Dampfes mit der des ihn erzeugenden Wassers stets übereinstimme.

Es ist Thatsache, daß eine Flüssigkeit nicht eher sieden kann, als bis der austretende Dampf den auf ihr lastenden Druck zu überwinden vermag, oder diesem an Elasticität gleich kommt; daß unter dem gewöhnlichen Luftdrucke das Sieden erst bei einer Temperatur von 100° eintritt, weil bei dieser erst die Elasticität des Wasserdampfes dem Luftdrucke gleich ist; daß endlich in einem verschlossenen Gefäße, so wie der Dampfdruck und mit demselben die Temperatur des Dampfes steigt, ganz gleichmäßig auch der Siedepunct des Wassers steigen muß und demnach nicht einmal ein wirkliches Kochen eintreten kann; und man sieht daher als Gesetz an, daß der aus einer siedenden Flüssigkeit sich entbindende Dampf stets und genau dieselbe Temperatur haben muß, welche die Flüssigkeit besitzt, und umgekehrt.

Auch stehen damit keineswegs die Phänomene der spontanen Dampfbildung im Widerspruch; und noch weniger die Thatsache, daß z. B. reiner Weingeist schon bei 79° siedet, denn aus diesem bildet sich Weingeistdampf, dessen Elasticität schon bei 79° der der Atmosphäre gleich ist.

Inzwischen kann das obige Gesetz, so wie wir es ausgedrückt, nicht als völlig richtig gelten.

Schon die Beschaffenheit des Gefäßes scheint den Siedepunct etwas modificiren zu können, denn man fand z. B., daß während siedendes Wasser in einem metallenen Gefäße genau 100° zeigte, solches in einem gläsernen nahe an 102° heiß wurde, und die Temperatur auf 100° sank, wenn man gepülvertes Glas oder Metall hineinbrachte, obschon der Dampf ohne Zweifel in allen diesen Fällen dieselbe Temperatur und Elasticität hatte.

Weit auffallender aber ergiebt sich eine Abweichung bei siedenden Salzauflösungen; solche müssen nämlich, bevor sie sieden, oft weit heißer werden, als reines Wasser. Da nun der entstehende Dampf unmöglich elastischer, als die Luft, in die er aufsteigt, sein kann, so nahm man an, daß in diesem Falle sich überhitzter Dampf bilde, obschon man besonders seit den Untersuchungen von Rudberg bestimmt weiß, daß auch siedendes Salzwasser, trotz seiner höheren Temperatur, Dampf von 100° erzeuge; und daß also, so wie dieser Dampf reiner Wasserdampf ist, er auch genau die seiner Druckkraft entsprechende Temperatur behauptet.

Ohne Zweifel besteht eine ähnliche Temperatur-Verschiedenheit, auch wenn Dampf von höherem Druck erzeugt wird; obschon bis jetzt Beobachtungen darüber zu fehlen scheinen. Erzeugen wir in einem Gefäße solchen Dampf aus starkem Salzwasser, so wird, wenn der Druck z. B. eine Pression von 3 Atmosphären erlangt hat, dieser 135° Wärme, die Flüssigkeit hingegen 140° oder mehr erzeugen.

Es liegt am Tage, daß dieser Umstand bei Maschinen, die Seewasser verwenden, nicht unbeachtet bleiben darf, denn, so gering auch der Salzgehalt des Meeres ist, so wird das Kesselwasser allmälig doch

zu einer gesättigten Salzsolution, deren Siedepunct wohl um 7° und mehr von dem des süßen Wassers differiren mag.

Klar ist jedoch, daß diese abnorme Temperaturerhöhung nie eine plötzliche, spontane Dampfbildung veranlassen und dadurch gefährlich werden kann, da nicht einzusehen ist, wie sich der Salzgehalt während des Siedens je vermindern sollte.

Zu bemerken ist ferner, daß der Dampf bei seiner Bildung am Boden eines, zumal tiefen, Kessels eine etwas höhere Spannung haben und wie die unterste Wasserschicht etwas wärmer sein muß, als der aus der Flüssigkeit entweichende, weil jener außer dem Dampfdruck noch den der Wassersäule erleidet.

Spontane Dampfentwickelung.

Da das Wasser unter einem gegebenen Luft- oder Dampfdruck nur bis zu einem bestimmten Temperaturgrade erwärmt werden kann, so muß sich aus Wasser, das diese Maximaltemperatur erreicht, Wärme ausscheiden, so wie jener Druck vermindert wird, und dieser Austritt von Wärme von [illegible] die Entstehung von Dampf, oder ohne daß das Wasser Wärme von außen erhält, veranlassen.

Eine solche spontane Dampfentwickelung findet statt, wenn warmes Wasser unter den Recipienten einer Luftpumpe gebracht und die Luft verdünnt wird. Denn da z. B. Dampf von [illegible] eine Spannung von 5⅓'' hat, so wird, wenn heißeres Wasser unter dem Recipienten steht und die Luft bis unter [illegible] verdünnt wird, sofort eine ungewöhnliche Dampfentbindung eintreten, oder das Wasser zu sieden anfangen; und dieses Sieden muß so lange dauern, bis

die Temperatur des Wassers die dem Drucke der Luft und des Dampfes angemessene ist.

Unter spontaner Dampfentwickelung verstehen wir hier aber vornämlich diejenige, die stattfindet, wenn Wasser unter einem höhern Drucke über 100° erhitzt wird, und dieser Druck nachläßt und wieder auf den gewöhnlichen von 1 Atmosphäre sich vermindert. Wie bedeutend oft die Menge dieses wie von selbst sich bildenden Dampfes sein kann, und wie wichtig also die Beachtung dieser Erscheinung bei Dampfmaschinen ist, wird aus Folgendem ersichtlich.

Enthält der Kessel einer Maschine von 20 Pfd., die per Minute 20 Pf. Dampf und also etwa ⅓ Cub.' Wasser verbraucht, 100 Cub.' Wasser und ebenso viel Dampf von 2 Atmosphären Druck, so wird dieser, so wie das Wasser, 122° heiß sein; das Gewicht des Wassers (den Cub.' zu 60 Pf. gerechnet) 6000 Pf. betragen, und dessen totaler Wärmegehalt 6000 × 122 w = 732000 w.

Gesetzt nun, beim Abstellen der Maschine werde nicht nur das Dampfrohr verschlossen und das Feuer gelöscht, sondern zugleich die Sicherheitsklappe geöffnet, so wird, bleibt diese offen, so lange Dampf ausströmen, bis der Druck im Kessel dem der Luft gleich kommt; überdies aber die Temperatur des gesammten Kesselwassers bis auf 100° sich erniedrigen und daher, obgleich es keine neue Wärme erhält, fortsieden müssen.

Da alle Wärme, die es verlieren muß, Dampf bildet, und 1 Pf. Dampf stets 640 w enthält, so wird das Quantum Dampf, das sich erzeugen muß, bis das übrige Wasser nur noch 100° heiß ist, also zu finden sein:

Dieses Quantum sei = x, so entzieht es an Wärme 640 x und das übrig bleibende Wasser (6000 — x Pf.) behält noch 600000 — 100 x

und diese beiden Quantitäten müssen = 732000 w sein; oder 540 x = 132000 und x = 244$\frac{4}{9}$ Pf.

Durch spontanes Sieden werden also nicht weniger als 244$\frac{1}{2}$ Pf. Dampf entstehen, die 156550 w enthalten, während 5755$\frac{1}{2}$ Pf. Wasser mit 575550 w im Kessel zurückbleiben, und hiermit fast $\frac{1}{5}$ der Wärme entweichen oder verloren gehen.

In der Regel mag zwar kein Grund vorhanden sein, beim Abstellen jene Klappe zu öffnen und offen zu halten, bis die Temperatur auf 100° zurückgegangen; auch wird dies leicht zu erzielen sein, ohne ein solches spontanes Sieden zu veranlassen, wenn man einige Zeit vor dem Abstellen den Zufluß des Speisewassers hemmt und das Feuer mäßigt und nach demselben kaltes Wasser einströmen läßt.

Die Dampfproduction wird nämlich auch bei etwas schwächerer Heizung dieselbe sein, weil, fließt kein kaltes Wasser zu, 1 Pf. Dampf nur wenig über 500 w kostet. Nur wird das Kesselwasser abnehmen. Würde man z. B. in obigem Kessel 30 Minuten vor dem Abstellen die Speisung unterbrechen, so verminderte sich das Wasser um 10 Cub.' oder 600 Pf., und das noch vorhandene enthielte 5400 $\times$ 122 oder 658800 w. Es fragt sich also bloß, wie viel kaltes Wasser von gegebener Temperatur man nur einströmen lassen muß, damit das gesammte die von 100° erlange, und dieses Quantum oder q wird, abstrahirt man von allem sonstigen Wärmeverlust, also zu finden sein:

Das Wasser enthält an Wärmetheilen 658800 + 20 q und soll (5400 + q) 100 enthalten; setzt man beide gleich, so finden wir 80 q = 118800 und q = 1485 Pf. Der Kessel würde also freilich etwas überfüllt und, statt 6000 Pf., 5400 + 1485 oder 6885 Pf. Wasser enthalten.

und anfangs so sehr viel Aufsehen machte, längst nicht mehr die Rede.

Aus den Gesetzen der spontanen Dampfbildung ergiebt sich ferner, welchen hochwichtigen Einfluß die Hitze des Kesselwassers auf die Erhaltung der Spannkraft des Kesseldampfes ausüben muß.

Hingegen soll hier schließlich noch auf die Dampferzeugung aufmerksam gemacht werden, die oft und in reichlichem Maße beim Erkalten des Kesseldampfes stattfinden muß.

Es ist klar, daß, wenn die Feuerung und Dampferzeugung in einem Kessel unterbrochen werden, die Decke desselben sehr bald eine Erkältung von Außen erleidet, und dadurch auch der im obern Raume eingeschlossene Dampf an Wärme und Spannkraft verlieren muß; daß zuletzt der äußere Luftdruck weit stärker als der Gegendruck des Dampfes werden mag, und dies eine Verbiegung oder gar eine Zerdrückung des Kessels (ein sogen. Collabiren) zur Folge haben kann. Auch hat man die Berstung eines Kessels öfters schon dieser Ursache zugeschrieben, und empfiehlt daher, zumal an großen und schwächern Kesseln mit flachen Wandstücken, sogenannte Luftventile anzubringen, oder Klappen, die sich einwärts öffnen, so wie der Luftdruck überwiegend wird.

So wenig man die Möglichkeit einer solchen Zusammendrückung zu bezweifeln ist, so scheint doch, daß man sich von dem Hergange meist eine unrichtige Vorstellung macht, und eine solche Luftklappe noch mehr aus andern Gründen nützlich ist. Offenbar muß nämlich, so wie der eingesperrte Dampf durch Erkältung nur um weniges dünner wird, sofort das heißere Kesselwasser Dampf erzeugen, und dies so lange fortdauern, bis alles Wasser auch die Temperatur der Kesseldecke und des Dampfes erlangt hat.

kann diese also bis 50° z. B. sinken, wobei der Druck des Dampfes allerdings 7½ Mal schwächer, als der der Atmosphäre ist, so kann Letzteres doch nur statt haben, wenn auch das Wasser bis 50° sich abgekühlt hat. Daraus folgt, daß sich jene Condensirung des Dampfes nur sehr langsam und allmälig und nicht fast plötzlich, wie man oft meint, ergeben kann, zugleich aber, daß sie einen sehr bedeutenden Wärmeverlust nach sich zieht, weil, obgleich die Decke unmittelbar nur den Dampf erkältet, doch auch alles Wasser allmälig kälter werden muß. Diese spontane Dampfbildung und daher auch diese Abkühlung unter 100° wird hingegen verhindert, wenn die äußere Luft in den Kessel Zutritt hat.

Anders verhält es sich freilich, wenn der Kessel Hochdruckdampf enthält, und doppelt wichtig ist demnach, durch äußere Bedeckung die Abkühlung zu verzögern.

Temperatur und Elasticität des Dampfes, wenn er durch eine kleine Oeffnung entweichen kann.

In einem offenen Gefäße kann das Wasser nicht über 100° erwärmt werden. In einem dicht verschlossenen kann die Temperatur so lange steigen, als dem Kessel noch Wärme zugeführt wird. Anders wird es sich verhalten, wenn in dem Deckel eine kleine Oeffnung vorhanden ist, durch welche Dampf entweichen kann. Eine solche Oeffnung wird die Anhäufung des Dampfes verzögern und überdies die Elasticität limitiren.

Ist sie so klein, daß weniger Dampf entweicht, als producirt wird, so muß fortdauernd die Elasticität und die Temperatur des Dampfes wachsen. Da aber bei zunehmender Spannung auch die Geschwindigkeit zunimmt, mit der der Dampf ausströmt, so

Gesetzt indeß, die Klappe werde geöffnet, und die spontane Dampfbildung nicht gehindert, so würde, verwandelte sich alles Wasser, das verdampfen muß, in lauter einfachen Dampf, das Volum nicht weniger als 24 × 245 oder 5880 Cub.' betragen; und es müßten also auch diese und nicht bloß jene 50 Cub.' doppelter Dampf durch die Klappe entweichen, und alles dieß in dem Falle sogar, daß der Kessel keine Wärme mehr empfängt.

Wie leicht zu sehen, wird das Volum dieses Dampfes zwar minder groß sein, denn, so wie die Klappe sich öffnet und der Dampfdruck etwas nachläßt, wird sogleich die spontane Dampfbildung beginnen, und auch dieser Dampf anfangs ein dichterer sein; immerhin wird das Gewicht desselben und der daraus hervorgehende Wärmeverlust der angegebene sein.

Offenbar hängt die Menge des sich also erzeugenden Dampfes von der Menge des Kesselwassers und dessen Temperatur über 100° ab, und sie wird um so kleiner sein, je weniger Wasser der Kessel enthält, und je weniger dieses heiß ist.

So groß ferner die Dampfmasse ist, die sich unter solchen Umständen oft erzeugen muß, so ist doch nicht abzusehen, daß dadurch, wie Viele meinten, eine Explosion des Kessels verursacht werden könne. Das spontane Sieden tritt plötzlich ein, dauert aber lange; und die Spannkraft des Dampfes muß allmälig und stufenweise abnehmen, und ohne je der des normalen Dampfes, mit dem die Maschine arbeitet, gleich zu kommen. Allerdings muß aber ein Springen des Kessels die Erzeugung einer ungeheuern Dampfmasse zur Folge haben, da nun plötzlich alles Wasser einem stark verminderten Luftdruck ausgesetzt ist. Auch werden Explosionen oft besonders dadurch verheerend. Nicht zu bezweifeln ist hingegen, daß bei Oeffnung

der Klappe, zumal wenn diese groß ist, ein sehr tumultuarisches Aufwallen eintreten und das Wasser an die Wände gespritzt werden muß, und daß, sind diese etwa wegen allzu tiefem Wasserstande stark überhitzt oder gar glühend, dann eine gefährliche Dampferzeugung statt haben kann. Diese abnorme Dampfbildung ist offenbar aber nicht den spontanen beizuzählen.

In der That haben jedoch ähnliche Erscheinungen noch in andern Fällen, wenn auch in weit geringerem Grade, statt. So wie nämlich dem Kesseldampfe auf irgend einem Wege, wie durch plötzliche Erweiterung der Dampfklappe oder Oeffnung des Probehahns, mehr Abfluß verschafft wird, tritt sofort etwas stärkeres Aufwallen des Wassers auf Augenblicke wenigstens ein, und mag der Manometer eine schwache Depression anzeigen.

Erhitzt man ein mit Wasser gefülltes Gefäß von hinreichender Stärke, das mit einem beschwerten Ventil versehen ist, so wird ebenfalls die Temperatur des Wassers weit über 100° gesteigert werden können, seine Spannkraft mit der Temperatur wachsen, und das Ventil sich heben und etwas Wasser entweichen, und sofort zu Dampf werden, so wie jene Kraft den Druck auf das Ventil übersteigt. Auch wird man ohne Zweifel, erhält man das Gefäß mittelst einer kleiner Druckpumpe beständig voll, eine anhaltende Folge solcher Dampfausstoßungen hervorbringen können. Obschon jedoch diese Vorrichtung geeigneter als ein Kessel sein mag, das Wasser bis zu einer ungewöhnlich hohen Temperatur zu erhitzen, so ist durchaus nicht einzusehen, daß auf diese Weise Dampf mit Vortheil und mit weniger Brennstoff zu erzeugen sei. Auch ist von dem Generator des berühmten Perkins, der auf diesem Princip beruhte,

und anfangs so sehr viel Aufsehen machte, längst nicht mehr die Rede.

Aus den Gesetzen der spontanen Dampfbildung ergiebt sich ferner, welchen hochwichtigen Einfluß die Hitze des Kesselwassers auf die Erhaltung der Spannkraft des Kesseldampfes ausüben muß.

Hingegen soll hier schließlich noch auf die Dampferzeugung aufmerksam gemacht werden, die oft und in reichlichem Maße beim Erkalten des Kesseldampfes stattfinden muß.

Es ist klar, daß, wenn die Feuerung und Dampferzeugung in einem Kessel unterbrochen werden, die Decke desselben sehr bald eine Erkältung von Außen erleidet, und dadurch auch der im obern Raume eingeschlossene Dampf an Wärme und Spannkraft verlieren muß, daß zuletzt der äußere Luftdruck weit stärker als der Gegendruck des Dampfes werden mag, und dies eine Verbiegung oder gar eine Zerdrückung des Kessels (ein sogen. Collabiren) zur Folge haben kann. Auch hat man die Berstung eines Kessels öfters schon dieser Ursache zugeschrieben, und empfiehlt daher, zumal an großen und schwächern Kesseln mit flachen Wandstücken, sogenannte Luftventile anzubringen, oder Klappen, die sich einwärts öffnen, so wie der Luftdruck überwiegend wird.

So wenig nun die Möglichkeit einer solchen Zusammendrückung zu bezweifeln ist, so scheint doch, daß man sich von dem Hergange meist eine unrichtige Vorstellung macht, und eine solche Luftklappe noch mehr aus andern Gründen nützlich ist. Offenbar muß nämlich, so wie der eingesperrte Dampf durch Erkältung nur um weniges dünner wird, sofort das heißere Kesselwasser Dampf erzeugen, und dies so lange fortdauern, bis alles Wasser auch die Temperatur der Kesseldecke und des Dampfes erlangt hat.

kann diese also bis 50° z. B. sinken, wobei der Druck des Dampfes allerdings 7½ Mal schwächer, als der der Atmosphäre ist, so kann Letzteres doch nur statt haben, wenn auch das Wasser bis 50° sich abgekühlt hat. Daraus folgt, daß sich jene Condensirung des Dampfes nur sehr langsam und allmälig und nicht fast plötzlich, wie man oft meint, ergeben kann, zugleich aber, daß sie einen sehr bedeutenden Wärmeverlust nach sich zieht, weil, obgleich die Decke unmittelbar nur den Dampf erkältet, doch auch alles Wasser allmälig kälter werden muß. Diese spontane Dampfbildung und daher auch diese Abkühlung unter 100° wird hingegen verhindert, wenn die äußere Luft in den Kessel Zutritt hat.

Anders verhält es sich freilich, wenn der Kessel Hochdruckdampf enthält, und doppelt wichtig ist demnach, durch äußere Bedeckung die Abkühlung zu verzögern.

Temperatur und Elasticität des Dampfes, wenn er durch eine kleine Oeffnung entweichen kann.

In einem offenen Gefäße kann das Wasser nicht über 100° erwärmt werden. In einem dicht verschlossenen kann die Temperatur so lange steigen, als dem Kessel noch Wärme zugeführt wird. Anders wird es sich verhalten, wenn in dem Deckel eine kleine Oeffnung vorhanden ist, durch welche Dampf entweichen kann. Eine solche Oeffnung wird die Anhäufung des Dampfes verzögern und überdies die Elasticität limitiren.

Ist sie so klein, daß weniger Dampf entweicht, als producirt wird, so muß fortdauernd die Elasticität und die Temperatur des Dampfes wachsen. Da aber bei zunehmender Spannung auch die Geschwindigkeit zunimmt, mit der der Dampf ausströmt, so

muß endlich die Menge des ausströmenden Dampfes der des gleichzeitig erzeugten gleich kommen und somit für die Temperatur wie für die Elasticität eine Grenze oder ein Maximum eintreten, das bei einer vorhandenen Oeffnung nicht überstiegen werden kann.

Dieses Maximum wird um so früher eintreten, je größer die Oeffnung ist, wenn die Dampfproduction dieselbe bleibt.

Ebenso wird es geringer sein, wenn, bei gleichbleibender Oeffnung, die Dampferzeugung oder die Feuerung (bei sonst gleichen Umständen) vermindert wird.

Es ist endlich klar, daß, wenn bei fortdauernder Dampfproduction Temperatur und Spannung desselben unverändert bleiben sollen, die Menge des entweichenden Dampfes der des stetig producirten gleich sein muß, und daß, wenn man diese kennt, sich daraus die Geschwindigkeit, mit der der Dampf ausströmt, ausmitteln lassen muß.

Es ist zu bedauern, daß bis jetzt noch wenige Versuche über diesen merkwürdigen Einfluß einer Oeffnung auf die Spannung und Temperatur, die der Dampf erlangen kann, angestellt worden sind, und um so schätzbarer sind daher die von Christian in Paris unternommenen.

Dieser Physiker bediente sich zu dem Ende eines Kessels, der 1) mit einem eingesenkten Thermometer versehen war, um die Temperatur des Dampfes zu erkennen, 2) mit einem Schwimmer, um an dem Sinken desselben die Menge des verdampften Wassers wahrzunehmen, 3) mit einer dünnen Röhre, um den Kessel mittelst einer Druckpumpe nachzufüllen, und 4) mit einer kurzen Röhre, an deren Mündung Platten mit Oeffnungen von verschiedener Weite dampfdicht befestigt werden konnten.

Die innere Fläche des Kessels betrug 364,000 □ Mill. (487 □'') und wurde gewöhnlich mit 10 Kilog. (10 Liter) Wasser gefüllt, die eine Fläche von 190,000 □ Mill. (254 □'') bedeckten.

Dieser Kessel wurde bei den ersten Versuchen einem sehr heftigen Feuer ausgesetzt.

Die Versuche ergaben, je nachdem die Oeffnung verändert wurde, folgende Temperaturlimiten:

bei	einer	Oeffnung	von	36 □	Mill.	105½°	Temp.
"	"	"	"	18	"	115	"
"	"	"	"	9	"	138	"
"	"	"	"	30½	"	112	"
"	"	"	"	122	"	101	"

Bei einer Oeffnung von 490 Mill., so wie bei ganz offenem Kessel 100°. (Da das Barometer auf 76,2 Cent. stand).

In allen Versuchen wurde ferner in 3 Minuten 1 Kil. Wasser verdampft.

Demnach kann auch beim heftigsten Feuer das Wasser nicht über 101° heiß werden, wenn die Oeffnung, durch welche Dampf entweicht, $\frac{1}{1600}$ der Feuerfläche beträgt; nicht über 112° heiß, wenn sie $\frac{1}{6240}$ derselben groß ist, und nicht über 138°, wenn sie $\frac{1}{21000}$ derselben ist, und eine so kleine Oeffnung limitirt also auch beim heftigsten Feuer die Spannung auf etwa 3½ Atmosphären Druck.

Bei einer zweiten Reihe von Versuchen wurde das Feuer so gemäßigt, daß die Wärme stets auf 101° blieb, wenngleich die Oeffnung verändert wurde. Die Elasticität des Dampfes blieb sich also gleich (= 1,03 Atmosphären) und hiermit auch die Geschwindigkeit, mit der er ausströmte. Je kleiner also die Oeffnung war, desto weniger Dampf oder desto langsamer mußte dieser producirt werden, weil desto weniger entweichen konnte.

Die Versuche ergaben, daß 1 Kilogr. Dampf

bei 36 □ Mill. Oeffnung $8\frac{1}{2}$ Min. Zeit brauchte.
„ 18 „ „ 18 „ „ „
„ 9 „ „ 34 „ „ „

Durch eine dritte Reihe von Versuchen wurde endlich ausgemittelt, wie viel Zeit 1 Kil. Dampf bei höherer Temperatur und stärkerer Elasticität braucht, um durch eine Oeffnung von gleicher Weite zu entweichen; und diese fand sich also bei einer Oeffnung von 9 □ Mill.

Für Dampf von 105° 13 Min.
„ „ „ 110° $8\frac{1}{2}$ „
„ „ „ 115° $6\frac{1}{6}$ „
„ „ „ 120° $5\frac{1}{3}$ „
„ „ „ 125° $4\frac{1}{2}$ „
„ „ „ 130° $3\frac{7}{8}$ „
„ „ „ 135° 3 „

Mit welcher ausnehmenden Geschwindigkeit der Dampf ausströmen muß, läßt sich aus folgender Berechnung einsehen.

Zum Ausströmen von 1 Kil. Dampf von 110° bedarf es nach Obigem $8\frac{1}{2}$ Min. oder 510 Secund. Zeit. Da nun 1 Cub.-Met. dieses Dampfes 0,805 Kil. wiegt, so muß 1 Kil. Dampf ein Volum von $\frac{1000}{805}$ oder circa $\frac{3}{4}$ Cub.-Met. bilden. Und da in 1 Sec. $\frac{1}{510}$ dieser Masse, oder $\frac{5}{2040} = \frac{1}{408}$ Cub.-Met. ausströmt, und zwar durch eine Oeffnung, die nur $\frac{9}{1\,000,000}$ oder $\frac{1}{111,111}$ □ Met. groß ist, so muß der Dampfstrahl eine Länge oder eine Geschwindigkeit von 272 Met. per Sec. haben.

In der That wird aber diese Geschwindigkeit noch um ein Bedeutendes größer sein müssen, da, so oft eine Flüssigkeit durch eine kleine Oeffnung ausströmt, der ausfließende Strahl beträchtlich sich contrahirt oder dünner wird.

Wir werden sogleich sehen, wie diese Geschwindigkeit theoretisch berechnet wird, und daß obige Versuche mit diesen Berechnungen auf eine merkwürdige Weise übereinkommen.

Geschwindigkeit, mit welcher Dampf aus einer Oeffnung strömt.

Die Theorie geht von der Ansicht aus, daß Dampf (so wie Luft) mit derselben Geschwindigkeit aus einer Oeffnung in einen leeren Raum strömen muß, welche ein fallender Körper erhalten würde, wenn er von einer Höhe (H) herabfällt, die der Höhe einer Dampfsäule von gleichbleibender Dichtigkeit gleich käme, deren Gewicht der Elasticität oder Pression des Dampfes gleich wäre.

Einfacher Dampf von 1 Atmosphäre oder 0,76 Met. Druck ist 1700 Mal leichter als Wasser und mithin 1700 $\times$ 13,6 oder 23120 Mal leichter als Quecksilber. Eine Säule von solchem Dampf, die einen Druck von 0,76 Meter ausübt, würde also 0,76 $\times$ 23120 oder 17571 Met. hoch sein.

Ein Körper, der von solcher Höhe frei herunter fiele, erlangte eine Geschwindigkeit pro Secunde von

$$V = \sqrt{2\,g \times 17571} \text{ oder da } 2\,g = 19{,}62 \text{ M.*)}$$

$$V = \sqrt{19{,}6 \times 17571} = \sqrt{344391} = 587 \text{ M.}$$

Der Theorie nach würde hiermit einfacher Dampf in einen leeren Raum mit einer Geschwindigkeit von 587 Metern in 1 Secunde ausströmen.

---

*) Wenn g den doppelten Fallraum in der 1. Sec. bezeichnet.

Jene Höhe H, welche die Geschwindigkeit erzeugt, findet sich auch, wenn man die Quecksilberhöhe h (die den Dampfdruck angiebt) mit dem Dichtigkeitsverhältnisse des Quecksilbers zum Dampf multiplicirt. Da nun 1 Cub.-Met. Quecksilber 13598 Kil. wiegt und 1 Cub.-Met. Dampf 0,5896 Kil., so ist das Dichtigkeits- oder Pressions-Verhältniß

$$\frac{P}{p} = \frac{13598}{0{,}5896} \text{ und}$$

$$H = 0{,}76 \times \frac{13598}{0{,}5896} = 17571$$

und $V = \sqrt{}(2\, g \times h \times \frac{P}{p})$.

Will man berechnen, mit welcher Geschwindigkeit Dampf von stärkerem Druck in die Atmosphäre (oder überhaupt in ein Medium von minderem Druck) ausströmt, so muß man in die Formel statt h (die Quecksilberhöhe der Atmosphäre) h′—h oder den barometrischen Unterschied des Dampfdrucks aufnehmen, und man erhält nun

$$V = (2\, g \times h' - h = \frac{P}{p}) \text{ oder}$$

$$V = \sqrt{}(19{,}62 \times h' - 0{,}76 \times \frac{13598}{p}).$$

$$\text{oder } V = \sqrt{\frac{266760\ H}{p}} \text{ wenn } H = h' - h\ ^{*}).$$

Es ist demnach nur nachzusehen, wie stark der gegebene Dampfdruck ist, und wie viel 1 Cub.-Meter dieses Dampfes wiegt.

Beispiel. Bei 105° C. ist der barometrische

---

*) Streng genommen sind diese Formeln freilich nur anwendbar, wenn die Differenz von h′ und h klein ist.

Druck = 0,898 Met. und das relative Gewicht des Dampfes = 0,687 Kil. Wir haben daher

$$V = \sqrt{19{,}62 \times (0{,}898 - 0{,}760) \times \frac{13598}{0{,}787}}$$

oder $V = \sqrt[2]{19{,}62 \times 0{,}138 \times 19793}$ oder $V = \sqrt{53590} = 230$ Meter.

Dieser Dampf strömt also mit der Geschwindigkeit von 230 Met. pro Sec. in die Luft aus*).

Auf dieselbe Weise ist folgende Tafel berechnet.

Temperatur.	h'	H oder $h' - h$	p	$\frac{P}{p}$	V
100°	0,760 M.	0 M.	0,5896 K.	23120	0 M.
105	0,898	0,138	0,687	19793	230
110	1,059	0,299	0,800	16997	314
115	1,237	0,477	0,922	14748	370
120	1,433	0,673	1,054	12901	412
125	1,672	0,912	1,214	11201	448
130	1,958	1,198	1,405	9678	475
135	2,280	1,520	1,615	8419	500

Vergleicht man mit diesen durch die Theorie bestimmten Geschwindigkeiten die aus den obigen Ver-

---

*) Für den Fall, daß das Dichtigkeitsverhältniß des Dampfes zur Luft δ bekannt ist, giebt Galy-Cazalat die Formel:

$$V = 145 + \frac{\sqrt{h' - h}}{\delta}$$

suchen von Christian sich ergebenden, so findet man (für diese Temperaturgrade wenigstens) eine merkwürdige Uebereinstimmung, besonders wenn man zu den letztern $\frac{1}{5}$ (aus Rücksicht der Contraction des Dampfstrahls) hinzurechnet. Wir haben nämlich:

Temperatur.	theoret. Gesch.	G. nach Vers.	und + $\frac{1}{5}$
105°	230 M.	208 M.	249 M.
110	314	273	327
115	370	324	389
120	412	334	401
125	448	347	417
130	475	363	432
135	500	397	476

Ist die Geschwindigkeit des ausströmenden Dampfes ermittelt, so ist leicht zu finden, wie viel Dampf in einer gegebenen Zeit oder pro Secunde durch eine Sicherheitsklappe entweichen kann.

Ist für Dampf von 105° V = 230 Meter und beträgt die Oeffnung der Klappe 15 □C.-M., so werden in 12 Sec. $12 \times \frac{15}{10000} \times 230$ Cub.-M. oder 4,14 Cub.-Met. ausströmen, vorausgesetzt nämlich, daß der Dampf stets dieselbe Temperatur behauptet.

Die folgende Tafel zeigt, mit welcher Geschwindigkeit (V) Dampf von verschiedener Spannung in

ein Vacuum, oder in die atmosphärische Luft, oder in ein dichteres Medium ausströmt.

A. Entweicht Dampf in ein Vacuum, so beträgt V

bei Dampf von 1 Atm. 582 Met. pro Sec.,
von 2 Atm. 603 M., von 10 Atm. 637 M.
" 3 " 612 " " 20 " 653 "
" 4 " 617

B. Entweicht Dampf in die atmosphärische Luft, so ist V für Dampf von 1,02 atm. Druck = 83 Met.

Von 1,05 Atm. 129 M.; von 1,75 Atm. 384 Met.
" 1,08 " 161 " " 2,0 " 427 "
" 1,1 " 178 " " 2¼ " 451 "
" 1,15 " 220 " " 2½ " 472 "
" 1,2 " 242 " " 2¾ " 488 "
" 1,3 " 285 " " 3 " 502 "
" 1,4 " 318 " " 3½ " 520 "
" 1,5 " 343 " " 4 " 537 "
" 1,6 " 368 " " 4½ " 549 "
" 5 " 562 "

C. Entweicht Dampf in ein dichteres Medium als Luft, so ist V:

Für Dampf von	In ein Medium 3 Atm.	2¾	2½	2	1¾	1½	1¼
5 Atm.	396	421	444				
4	311	347	380	439	466	491	515
3	0	178	251	355	396	423	469

Von der mechanischen Kraft des Dampfes, und zwar bei constant bleibender Dichtigkeit.

Wir haben bisher nur den Druck im Auge gehabt, den eingeschlossener Dampf bei verschiedenen Graden der Spannung auf die Wände des Gefäßes ausübt. Betrachten wir nun, mit welcher Kraft er gegen eine Fläche wirkt, wenn diese weichen kann, welches Gewicht er zu heben vermag und auf welche Höhe. Es ist diese Untersuchung der mechanischen Kraft oder Wirkung des Dampfes um so wichtiger, da eben diese bei der Dampfmaschine benutzt werden soll.

Aus den früheren Erläuterungen geht hervor, daß der Dampf vermöge seiner Elasticität auf 4fache Weise eine Bewegung bewirken kann.

1. Durch seinen permanenten oder vollen Druck auf eine bewegliche Fläche, deren Gegendruck geringer ist;

2. durch seine Expansivkraft, indem er sich so lange expandiren kann, als eine bewegliche Fläche ihm einen schwächern Widerstand entgegensetzt;

3. und gleichsam negativ, wenn seine Spannkraft durch Erkältung vermindert und dadurch dem Gegendruck, den eine bewegliche Fläche ausübt, ein Uebergewicht verschafft wird;

4. endlich durch Reaction, oder wenn in einem beweglichen Behälter eingeschlossener Dampf an einer Stelle ausströmen kann und dadurch das Gleichgewicht des Druckes auf alle Wandungen gestört wird.

Hier wollen wir indeß bloß untersuchen, wie groß die mechanische Kraft ist, die Volldruckdampf bei verschiedenen Graden der Spannung auszuüben vermag. Eine ganz einfache Vorrichtung wird dieß einsehen lassen.

In dem Gefäße A (Fig. 14) werde Dampf erzeugt und dieser könne durch die Röhre a in den oben offenen Stiefel B treten und unter den Kolben b. Dieser Kolben sei durch das über die Rolle c gehende Gewicht d so äquilibrirt, daß sein eigenes Gewicht, so wie die Reibung als Null zu betrachten ist, so wird auf den Kolben bloß die Luft drücken, und dieser Druck beträgt bekanntlich etwa 15 Pfund auf den □'' oder 103 Kil. auf den □Centimeter.

Es ist klar, daß, so lange die Elasticität des Dampfes nicht die der Luft erreicht hat, der Dampf auf keine Weise den auf dem Boden des Cylinders ruhenden Kolben verrücken wird, es muß der Kolben sich heben und der Dampf den Cylinder füllen.

Hätte der Dampf eine Spannung = $1\frac{1}{2}$ Atmosphären, so müßte der Kolben mit wenigstens $7\frac{1}{2}$ Pfund pro □'' belastet werden, um nicht zu weichen; und mit 15 Pfund, wenn die Spannung die von 2 Atmosphären wäre. Und da, wenn die Belastung nur um das Geringste kleiner wäre, schon Bewegung statt hätte, so kann man sagen, daß Dampf von 2 Atmosphären in obigem Falle so vielmal 15 Pfund zu heben vermag, als der Kolben □'' Fläche hat. Bei 10 □'' hebe er 150 Pfund.

Nehmen wir an, der Cylinder sei oben geschlossen und über dem Kolben sei ein Fluidum von geringerem Druck als die atmosphärische Luft, so würde schon ein schwächerer Dampf den Kolben heben und zweifacher mehr als 15 Pfd. pro □''.

Wäre über dem Kolben ein ganz luftleerer Raum, so müßte der allerschwächste Dampf ihn bewegen und ein zweifacher 30 Pfund pro □'' heben, und die mechanische Kraft des Dampfes kann die absolut größte sein.

Nehmen wir endlich an, nachdem der Dampf den Cylinder gefüllt, werde der Hahn e geschlossen

Von

habt
Gra
aus
geg
wel
Hö
Kr
tic
wi

d
Q

c

Nähme die Dichtigkeit des Dampfes in demselben Verhältnisse zu wie die Expansivkraft, so würde die mechanische Kraft für 1 Pfd. Dampf bei allen Graden der Elasticität die gleiche sein. Allein so wie wir gesehen, daß der relative Druck bei höherer Spannung etwas größer wird, weil die Expansivkraft schneller wächst, als die Dichtigkeit, so muß auch die mechanische Kraft bei dichterem Dampfe größer und bei dünnerem kleiner sein.

Wäre nämlich Dampf von 2 Atmosphären auch doppelt so dicht als Dampf von 1 Atmosphäre, so müßte 1 Pfd. Wasser die Hälfte von $27\frac{1}{5}$ Cub.' oder $13\frac{3}{5}$ Cub.' liefern; und obschon dieser also mit 2×2088 oder 4176 Pfd. auf 1 □' drückte, so wäre die mechanische Kraft $= 13\frac{3}{5} \times 4176$ doch die gleiche oder 56790. — Da die Dichtigkeit des doppelten Dampfes sich aber zu der des einfachen verhält. wie 1114 : 589, so giebt 1 Pf. Wasser $\frac{180}{1114} \times 27\frac{1}{5}$ oder fast 14,4 Cub.' doppelten Dampf, und die mechanische Kraft ist also

$14{,}4 \times 4176$ oder $= 60134$.

Prechtl giebt Temperatur, Spannung, Dampfquantum und die mechanische Kraft für 1 Pfd. verdampftes Wasser in Wiener Maßen also an:

Temperatur.	Druck.	Dampf-menge.	Mech. Kraft.
$65\frac{1}{8}$° R.	$\frac{1}{2}$ Atm.	57,2 C.	52452 Pf.
$75\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	39,5	54286 =
80	1	30,13	55237 =
$97\frac{1}{2}$	2	15,94	58450 =
$108\frac{1}{2}$	3	11,01	60570 =
$116\frac{1}{2}$	4	8,47	62107 =
$123\frac{3}{4}$	5	6,93	63240 =
148	10	3,71	68054 =
$164\frac{1}{3}$	15	2,59	71143 =
$176\frac{1}{4}$	20	2,00	73555 =

Hat ein Gegendruck auf den Kolben statt, so wird die relative mechanische Kraft gefunden, wenn man diesen bei der Berechnung abzieht.

Gesetzt also, man habe Dampf von $20\frac{1}{2}$ engl. Cub.' auf 1 Pfd. ($1\frac{1}{4}$ Atmosphäre) und der Gegendruck betrage 3 Pfd. pro □'' oder 432 Pfd. pro □', so wäre der absolute Effect von 1 Pfd. =

$$2088 \times 1\tfrac{1}{4} \times 20\tfrac{1}{2} = 53505$$

und der relative $= (\frac{5}{4} \cdot \times 2088) - 432 \times 20\frac{1}{2} = 44649$.

Bei Dampfmaschinen mit einem Condensator ist indessen der relative Effect nicht nur deßhalb geringer, weil die Condensation kein vollkommenes Vacuum erzeugt, sondern noch, weil der Dampf durch eine engere Röhre in den Dampfcylinder einströmt.

Der absolute dynamische Effect (E) von 1 Kil. Dampf wird in Kilogrammmetern (km) gefunden,

wenn man das Volum und 1 Kil. des gegebenen Dampfes in Litern mit der Wasserdruckhöhe in Met. multiplicirt. Oder $E = Vh \times km$. Und der wirksame E', wenn der Rückdruck = 1 Atm., wenn man von E $10,33 \times V$ abzieht. Es ist daher für Dampf von

1 Atm.	Da V	= 1696	u. h	= 10,13	M. E	= 17520	u. E'	= 0
1½ „	„	1169	„	15,5	„	= 18120	„	= 6040
2 „	„	898	„	20,67	„	= 18570	„	= 9290
2½ „	„	732	„	25,84	„	= 18910	„	= 11350
3 „	„	619	„	31	„	= 19190	„	= 12790
3½ „	„	538	„	36,17	„	= 19450	„	= 13890
4 „	„	470	„	41,31	„	= 19700	„	= 14770
4½ „	„	428	„	46,5	„	= 19900	„	= 15480
5 „	„	389	„	51,67	„	= 20110	„	= 16090
6 „	„	330	„	62	„	= 20460	„	= 17060
8 „	„	255	„	82,7	„	= 21090	„	= 18450
10 „	„	208	„	103,3	„	= 21500	„	= 19350

woraus erhellt, daß der Vortheil der Condensation mit der Steigerung des Dampfdrucks abnimmt.

Mechanische Wirkung des Dampfes, wenn er sich noch expandirt.

Wir haben gesehen, welche Last der Dampf zu heben vermag, wenn er unter einem Kolben tritt, und kein anderer Gegendruck vorhanden ist. Hat er eine Spannung von 1 oder 2 Atm., so hebt er so viel Mal 15 oder 30 Pf., als der Kolben □" hat.

Würde nur so viel Dampf in den Cylinder gelassen, bis der Kolben die Hälfte des Laufes vollendet, so würde der Kolben sich mit dieser Last nicht weiter bewegen. Er bliebe stehen, und jenes wäre mithin das erreichbare Maximum der mechanischen Kraft.

Es ist indessen klar, daß, wenn man nun die Last verminderte, der Kolben noch mehr sich heben könnte; denn der Dampf, als expansible Flüssigkeit, wird sich sofort weiter expandiren, und zwar so lange,

bis seine Expansivkraft mit der Last im Gleichgewicht ist. Würde die Last allmälig um die Hälfte vermindert, so würde sich der Dampf ungefähr zu dem doppelten Volum expandiren, weil er dann noch halb so viel Expansivkraft hätte, und somit noch halb so viel Gewicht eben so hoch heben. Der Dampf leistete in diesem Falle also eine um mehr als die Hälfte größere Wirkung.

Wir sehr sich die Wirkung einer gegebenen Menge Dampf erhöhen läßt, wenn er sich noch expandiren kann, ist aus Folgendem leicht zu erkennen.

Theilt man einen Cylinder in 20 Theile oder den Kolbenlauf in 20 Stationen ab, und sperrt man den Dampf ab, wenn der Kolben den vierten Theil seines Laufes vollendet hat, so wird der Dampf während der 5 ersten Stationen mit seiner vollen Kraft, die wir = 1 setzen, auf den Kolben drücken; bei der 6ten aber nur mit $\frac{5}{6}$ oder 0,83, weil der Raum ohne Dampfzufluß sich um $\frac{1}{6}$ vergrößert hat. Bei der 7ten wird der Dampf nur mit $\frac{5}{7}$ seiner ersten Kraft oder 0,7; bei der 8ten mit $\frac{5}{8}$ oder 0,63, und endlich bei der 20ten nur mit $\frac{5}{20}$ oder 0,25 auf den Kolben drücken.

Die einzelnen Wirkungen werden folgende sein:

bei	der	1.	Station	ist	der	Effect	= 1
"	"	2.	"	"	"	"	1
"	"	3.	"	"	"	"	1
"	"	4.	"	"	"	"	1
"	"	5.	"	"	"	"	1
"	"	6.	"	"	"	"	1,83
"	"	7.	"	"	"	"	0,71
"	"	8.	"	"	"	"	0,63
"	"	9.	"	"	"	"	0,56
"	"	10.	"	"	"	"	0,50
"	"	11.	"	"	"	"	0,45
"	"	12.	"	"	"	"	0,42

bei	der	13.	Station	ist	der	Effect	0,39
"	"	14.	"	"	"	"	0,36
"	"	15.	"	"	"	"	0,33
"	"	16.	"	"	"	"	0,31
"	"	17.	"	"	"	"	0,29
"	"	18.	"	"	"	"	0,28
"	"	19.	"	"	"	"	0,26
"	"	20.	"	"	"	"	0,25

und die Summe aller Wirkungen = 11,56

Wäre der Dampf fortdauernd eingeströmt, so hätte man allerdings eine Wirkung = 20 erhalten; allein es wäre viermal mehr Dampf verbraucht worden.

Mit dem 4. Theile des Dampfes hat man also durch dieses Absperrungsverfahren mehr als die Hälfte des gleichen Effects erhalten; oder dasselbe Dampfquantum leistet mehr als das Doppelte, als wenn keine Expansion gestattet worden.

Und wie der Gewinn an Kraft sich mit dem Expansionsverhältniß ändert, ist aus Folgendem zu ersehen:

Theilen wir den Hub in 20 gleiche Theile, und nennen wir das Dampfquantum für $\frac{1}{20}$ 1 Maß, und setzen wir die mechanische Kraft, die 1 Maß Volldruckdampf entwickelt, = 4, so ist:

1) Wenn keine Absperrung statt hat, der Consum = 20 Maß; der Effect = 20 × 4 oder 80.

2) Wenn bei $\frac{3}{4}$ des Hubs abgesperrt wird, so ist der Consum 15 Maß und der Effect . . . bis zur Absperrung . . . . 15 × 4 oder 60,

und für die 16. Station 3,75
„ „ „ 17. „ 3,52
„ „ „ 18. „ 3,34
„ „ „ 19. „ 3,17
„ „ „ 20. „ 3,00 Zus. 16,78

im Ganzen also 76,78

und per Maß 5,12.

3) Wenn bei der Hälfte abgesperrt wird, so ist der Consum 10 Maß,

der Effekt für die 10 ersten Stationen
und für die 10 folgenden „ 26,4070

oder per Maß 6,67. 66,70

4) Wenn bei ¼ abgesperrt wird, der Consum 5 Maß,

der Effect aber 20 + 26,28 oder 46,28, und per Maß 9,25.

Die wirkliche Vermehrung der Dampfkraft in Folge der Expansion ist freilich nicht genau die oben berechnete; denn, vorausgesetzt auch, daß keine Wärme verloren geht, so wird doch die Temperatur des Dampfes abnehmen, und derselbe bei halber Dichtigkeit also weniger als halb so viel Spannung haben. Dehnt sich doppelter Dampf (von 122°) in einfachen aus, so sinkt die Temperatur auf 100°, indem Wärme latent wird, und auf 82°, wenn er sich bis zum vierfachen Raum ausdehnt. So wie die Expansivkraft mehr als die Dichtigkeit wächst, weil die Temperatur zugleich steigen muß, so wird sie umgekehrt auch in stärkerem Verhältnisse abnehmen.

Andrerseits ist aber bei obigen Berechnungen die Kraft des Dampfes am Ende jeder Station angesetzt worden, während die mittlere Kraft etwas größer sein muß. Im Ganzen also kann das Resultat von der Wahrheit wenig abweichen.

Schon Watt, obschon er das Expansionsprincip noch wenig benützte, glaubte, daß 1 Pf. Dampf, wenn man ihn auf das Vierfache sich expandiren läßt, $\frac{7}{4}$ so viel leistet, als 4 Pfund von gleich starkem Dampf ohne Expansion. Und Robinson berechnete schon, freilich ohne die Abnahme der Temperatur zu berücksichtigen, die Erhöhung des Effects, wenn er abgesperrt wird:

bei $\frac{1}{2}$ des Laufes auf 1,7
" $\frac{1}{3}$ " " " 2,1
" $\frac{1}{4}$ " " " 2,4
" $\frac{1}{5}$ " " " 2,6
" $\frac{1}{6}$ " " " 2,8
" $\frac{1}{7}$ " " " 3,0
" $\frac{1}{8}$ " " " 3,1

Und ebenso findet sich (und für Dampf von jedem Druck), daß 1 Maß Dampf, den man bis zum zweifachen Volum sich noch expandiren läßt, oder der mit Absperrung bei $\frac{1}{2}$ (des Laufes) verwendet wird, 0,84 so viel leistet, als 2 Maß desselben Dampfes ohne Absperrung oder mit vollem Druck arbeitend; und mit Absperrung
bei $\frac{1}{3}$ . . . 0,70 der dreifachen Menge ohne solche;
bei $\frac{1}{4}$ . . . 0,57; bei $\frac{1}{5}$ . . . 0,52; bei $\frac{1}{6}$ . . . 0,46;
bei $\frac{1}{7}$ . . . 0,42; bei $\frac{1}{8}$ . . . 0,89.
d. h., läßt man bei jedem Hub 1 Cub.' Dampf in einen Cylinder von 3 Cub.' Inhalt treten, so daß er sich auf's Dreifache ausdehnen kann, so erhält man mehr als zweimal so viel Kraft, als aus 1 Cub.' dieses Dampfes ohne Expansion.

Oder sperrt man den Zufluß bei $\frac{1}{5}$ des Hubes ab, so strömt fünfmal weniger Dampf ein, aber man gewinnt doch halb so viel Kraft, als wenn man fünfmal mehr Dampf, ohne ihm Expansion zu gestatten, consumirte.

In neuerer Zeit wird das Expansionsprincip mehr und mehr angewendet, und zwar gewöhnlich, indem man die Temperatur des Dampfes dadurch auf dem gleichen Grade zu erhalten sucht, daß der Cylinder in einem zweiten von Kesseldampf erfüllten Cylinder oder Mantel steht. Es ist also um so nöthiger, genau bestimmen zu können, um wie viel der Effect in beiden Fällen und für jeden Grad von Expansion vermehrt wird.

Um den Totaleffect E eines in Cubikmetern gegebenen Quantums Dampf v von p Druck in Metern Wasser, wenn er sich n Mal expandirt, in Dynamien (Krafteinheiten von 1000 Kil. 1 Met. hoch gehoben) zu berechnen, entwickelt Dufour folgende Formel:

$$E = p\,v\,(1 + 2{,}3 \log. n).$$

Will man also z. B. den Effect von 0,20 Cub.-Met. [illegible] Dampfes bestimmen, der sich bis zum vierfachen Raum expandirt, so ist n = 4, p = 30 ([illegible] Wasserdruck), v = 0,20 und p v = 6.

$$\begin{array}{rr} \log. 4 = & 0{,}60206 \\ \text{multiplicirt mit} & 2{,}3 \\ \hline & 1{,}38473 \\ + & 1 \\ \hline & 2{,}38473 \\ \text{und multiplicirt mit} & 6 \\ \hline & 14{,}30842 \end{array}$$

Es wäre der Effect also = 14,3 Dynamien; d. h. $\frac{1}{5}$ C. M. eines Dampfes könnte bei 4facher Expans. 14300 Kil. Wasser 1 Met. hoch heben.

Ohne Expandirung wäre der Effect = $\frac{1}{5}$ × 30 = 6 Dynamien oder etwa $\frac{2}{5}$ so groß.

[illegible] D. hat ein Volum von 0,39 Met. [illegible] Met.

Ohne Expandirung ist der Effect also = 0,39 × 51⅔ = 20 Dyn.

Mit Expansion bis auf's 5 fache (wo er noch in die Luft entweichen kann) ist $E = 51\frac{2}{3} \times 0{,}39\ (1 + 2{,}3 \log. 5) = 52{,}4$ Dyn., oder wenigstens 2½ Mal so groß.

Fourier giebt die mechanische Kraft, welche durch die Expansion von 1 Kil. Dampf erhalten wird, wenn er sich zu der Temperatur von 12° C. expandirt, also in Dynamien an:

Dampf	von	1	Atm.	58,9	Dyn.
"	"	2	"	70,4	"
"	"	3	"	77,5	"
"	"	4	"	82,1	"
"	"	5	"	86,2	"
"	"	6	"	89,7	"
"	"	7	"	9,29	"
"	"	8	"	95,3	"

und der Totaleffect bei fast vollständiger Expansion im Maximum betrüge demnach:

für	Dampf	von	1	Atm.	76,44	Dyn.
"	"	"	2	"	88,7	"
"	"	"	3	"	96,7	"
"	"	"	4	"	101,7	"
"	"	"	5	"	106,3	"
"	"	"	6	"	110,3	"
"	"	"	7	"	113,7	"
"	"	"	8	"	116,3	"

Prechtl giebt folgende Formeln an:

Nennen wir n die Zahl, welche anzeigt, um wie vielmal der Dampf expandirt wird, und E jenen mechanischen Effect, den ein Quantum Dampf ohne alle Expansion hervorbringt, so ist:

im ersten Falle oder wenn die Temperatur des Dampfes constant bleibt, die Vermehrung des Effects

oder $e = E \times 2{,}3 \log. n$,

und im zweiten Falle, oder wenn der Dampf nicht erwärmt wird und dessen Temperatur also mit der Expansion sinkt, die Vermehrung

des Effects oder $e' = 11\ E \times \left(1 - \frac{1}{n} - \frac{1}{11}\right)$.

Nach dieser Formel findet sich der gewonnene Effect in Folge der Expansion für Dampf von 1 bis 5 Atmosphären Druck und bei zwei- bis fünffachen Expandirungen (nach Wiener Maßen) also: e oder der Gewinn bei constant bleibender Temperatur,

wenn	n = 2	n = 3	n = 4	n = 5
für 1f. D.	38287	60685	76575	88900
„ 2f. D.	40515	64213	81031	94074
„ 3f. D.	41984	66543	83968	97484
„ 4f. D.	43050	68230	86100	99957
„ 5f. D.	43835	69476	87671	101780

und e′ oder der Gewinn bei abnehmender Temperatur,

wenn	n = 2	n = 3	n = 4	n = 5
für 1f. D.	37106	57753	71947	82701
„ 2f. D.	39266	61114	76133	87514
„ 3f. D.	40690	63330	78893	90686
„ 4f. D.	41722	64936	80805	92987
„ 5f. D.	42483	66120	82370	94684

Rechnet man zu diesen Werthen die früher angegebenen für E, so findet sich die totale mechanische Wirkung, die 1 Pfund Dampf bei verschiedener Expandirung leistet.

Gesetzt, z. B., man lasse vierfachen Dampf auf den fünffachen Raum sich expandiren, oder der Dampf werde bei $\frac{1}{5}$ des Kolbenhubs abgesperrt, so ergiebt sich

$$E = 62107,$$
$$e = 62107 + 99957 = 162064,$$
$$e = 62107 + 92987 = 155094,$$

So unverkennbar indessen ist, daß die Wirkung bedeutend größer wird, wenn man den Dampf bei seiner anfänglichen Temperatur erhält, so ist doch wohl zu beachten, daß dies nur durch Zuführung neuer Wärmetheile zu erhalten ist, und überdies ist kaum zu glauben, daß eine so rasche Mittheilung von äußerer Wärme, und je also die Erhaltung der primitiven Temperatur möglich sei. Der vierfache Dampf hat eine Temperatur von 146° und eine Dichtigkeit von 2096; bei fünffacher Ausdehnung ist diese nur 419, und diese entspricht einer Temperatur von 90°. Diesem Dampf muß also so viel neue Wärme ertheilt werden, damit seine Temperatur um 57° erhöht werde. Da nun 1 Pf. Dampf, ohne weitere Erwärmung, 600 w kostet (wenn das Wasser schon 40° hat), so macht die Erhaltung jener Temperatur also fast $\frac{1}{10}$ mehr Wärme nöthig. Wir sehen aber, daß der Effect nur wie 155 : 162 wächst, also lange nicht um $\frac{1}{16}$. Und zugegeben auch, der Wärmebedarf sei wegen geringerer Wärmecapacität des Dampfes etwas kleiner, so ist dagegen ohne Zweifel der unvermeidliche Verlust an Wärme bei Anwendung eines solchen Mantels größer, weil dieser der Luft eine viel größere Oberfläche darbietet, und überdies weil heißer ist, als der freistehende Dampfcylinder sein würde. Es

oder e ...

und im zweite...
nicht erwärmt wird ...
der Expansion sinkt,

des Effects oder e' ...

Nach dieser For...
Effect in Folge der ...
5 Atmosphären Druc...
Expandirungen (nac...
der Gewinn bei con...

wenn	n = ...
für 1f. D.	38...
= 2f. D.	40...
= 3f. D.	41...
= 4f. D.	4[illegible]
= 5f. D.	4[illegible]

und e' oder der E...

wenn	n = ...
für 1f. D.	37...
= 2f. D.	39...
= 3f. D.	40...
= 4f. D.	41...
= 5f. D.	42...

...ung des sich expandirenden
...und wenigstens bei starker
...es vortheilhaft sein. Uebri-
...Nutzen einer Hülle, um
...ten, in Zweifel gezogen

... daß man bei Expansions-
...ine solche Erwärmung
...war für unentbehrlich hal-
...ndlich die vortheilhaften
... zuschreiben. Zu dieser An-
...James' Gesetz Anlaß gege-
...rsten Einführer der Expan-
... Woolf, aufstellte.
...nämlich, daß aller Dampf
...chem Drucke eine n fache
... sein Druck dem Luftdrucke
... ursprünglicher Druck diesen
...ngl.) übersteigt, und wenn
... bei der Expandirung bei-
...Dampf werde demnach auf
...n können, wofern man nur
...o erhält, und dreifacher
... stets 135° ... heiß bleibt.
...Gesetz hat Dampf von
... $3\frac{2}{3}$ fachen Verdünnung
...nende Elasticität, auch
...rt bleibt, denn 15 : 15

...nen, die Edwards
... mehr als Watt'sche
...viel Aufsehen; und
...dieses neue Gesetz
...nung zu bringen.
...mand bezweifeln,
...us aus der Luft

war. Zudem stützte sich Woolf auf keinerlei
...nnte Versuche, die er angestellt, sondern be-
...ch bloß auf einige Beobachtungen, die Watt
...cht haben sollte. Sehr wahrscheinlich war es
...ens dem Erfinder selbst wenig Ernst damit, und
...e es wohl bloß auf, um sein Patentrecht
... zu begründen, da vor ihm schon Expansions-
...inen gemacht wurden. Alle Leistungen der
...f'schen Maschinen erklären sich endlich vollkom-
...s den angeführten Wirkungen der Expansion,
wenig man also auch glauben darf, daß be-
...e Eigenschaften des Dampfes und alle Ge-
...ach denen er wirkt, vollständig aufgefunden
...en, so ist doch kein Grund vorhanden, der
...normen Behauptung von Woolf den minde-
...uben zu schenken.

...s den vorhergehenden Untersuchungen erhellt
...noch, aus welchem Grunde vorzüglich die An-
...ung eines hochdrückenden Dampfes
...haft sein kann.

...nbar würde dieselbe nämlich nicht den min-
...ortheil gewähren, wenn Spannung und Dich-
...in demselben Verhältnisse zunähmen, weil
Dampf bei jedem Dichtigkeitsgrad gleich viel
... enthält und also zu seiner Erzeugung be-

...giebt 1 Kil. Wasser 1,7 Cub.-Meter Dampf
1facher Pression (oder 10,3 Meter Wasserdruck),
...t der Effect $= 1,7 \times 10,3 = 17,51$ Dyn.
...o bei 8fachem Druck, oder $8 \times 10,3$ Met. $= 82,4$,
...iebe er ganz derselbe, wenn der Dampf 8 Mal dich-
ter wäre, oder 1 Kil. $= 1\frac{7}{8}$ Cub.-Met.

Allein die Dichtigkeit nimmt weniger zu, weil der Dampf in Folge der höhern Temperatur dilatirt wird, und darum ist der mechanische Effect für 8fachen Dampf = 21 Dyn. Indessen würde auch diese Er-

höhung von 17½ auf 21 kaum einen Vortheil gewähren, weil dieser leicht durch andere Nachtheile aufgewogen würde. Ohne Expansion kann also die Anwendung von hochdrückendem Dampf (wofern er condensirt werden soll) wenig oder gar keinen Nutzen versprechen.

Läßt man den Dampf sich expandiren, so wird der Effect sehr bedeutend vergrößert; aber auch dann noch zeigt sich kein namhafter Unterschied bei Anwendung von hoch- oder niedrigdrückendem Dampf; denn bei vollständiger Expandirung wird der Totaleffect des 1 fachen Dampfes von 17,5 auf 76,44 und der des 8 fachen von 21 auf 116 Dyn. gesteigert. Auch dieser Gewinn ginge ohne Zweifel größtentheils durch andern Nachtheil verloren.

Die Nützlichkeit des hochdrückenden Dampfes kann sich also nur daraus ergeben, daß bei diesem allein die Expandirung und zwar in hohem Grade anwendbar ist, während niedrigdrückender dieselbe nur in weit geringerem Maße gestattet.

Practisches Verfahren, den dynamischen Effect des durch Expansion wirkenden Dampfes zu berechnen.

Auf folgende Weise kann der dynamische Effect, welcher durch die Expansion erhalten wird, durch eine geometrische Figur ausgedrückt, und derselbe alsdann mit Leichtigkeit bestimmt werden, indem man den Flächeninhalt dieser Figur zu berechnen sucht.

Es sei A B Fig. 15 die Hubslänge des Kolbens, und es werde durch die Ordinate A C die Pression des in den Dampfcylinder eintretenden Dampfes ausgedrückt. Läßt man nun in denselben Dampf von A bis d einströmen, und schließt man alsdann

die Communication der Dampfröhre mit dem Cylinder, so wird dieser Dampf, während er den Kolben von A nach C treibt, einen dynamischen Effect hervorbringen, welcher dem Flächeninhalte des Parallelogrammes A d d′ C gleich gesetzt und daher durch das Product A d × A C bezeichnet werden kann. Bleibt die Communication ferner geschlossen, so wird die nämliche Menge Dampfes einen neuen Effect auf den Kolben ausüben, und derselbe in dem Puncte e, wo A d = d e ist, noch eine Pression = e e′ = ½ A C besitzen, und der Effect, welcher erhalten wird, während drr Kolben von d bis e gestoßen wird, kann durch den Inhalt der trapezförmigen Figur d d′ e′ e bezeichnet werden. Ebenso wird der Dampf durch 3fache Expansion auf den Kolben, während er von e nach f fortschreitet (wenn e f = A d) einen dynamischen Effect hervorbringen, die dem Flächeninhalte der Figur e e′ f f′ gleich ist, deren Seite f f′ = ⅓ A C ist, und der totale Effect dieser Quantität Dampfes durch 3fache Expansion kann daher durch den Inhalt der Figur A C d′ e′ f′ f A ausgedrückt werden.

Das von Poncelet angegebene Verfahren, den Flächeninhalt einer solchen Figur d d′ e′ g′ g d zu berechnen, deren eine Seite von einer krummen Linie d′ e′ g′ gebildet ist, besteht darin, daß man die gerade Seite derselben d B als Abscissenlinie betrachtet, in eine gerade Anzahl gleicher Theile eintheilt und aus den Theilungsproducten die Ordinaten e e′, f f′, g g′ zieht und dieselben berechnet. Der Flächeninhalt wird alsdann gleich sein dem Drittel des Productes eines solchen Theiles und der Summe der äußersten Ordinaten, vermehrt mit der doppelten Summe der übrigen Ordinaten von ungeradem Range und der 4fachen Summe der Ordinaten von geradem Range oder:

Flächeninhalt $dd'\,g'\,B'\,Bd = \frac{1}{3}\,de\,[(dd' + BB' + 2\,(ff' + hh') + 4\,(ee' + gg' + ii')]$.

Nehmen wir als Beispiel einen Dampf von 2 Atmosphären an, dessen Druck hiermit = 20660 Kil. auf den □ Met. ist (ungefähr 30 Pfund auf den □''), und lassen wir denselben von A bis auf die Höhe von d in den Cylinder einströmen, so wird, wenn die anfängliche Pression 20660 Kil. durch dd' ausgedrückt wird,

$$
\begin{aligned}
ee' &= \tfrac{1}{2} \cdot 20660 = 10330 \text{ Kil.}\\
ff' &= \tfrac{1}{3} \cdot 20660 = 6886\tfrac{2}{3} \text{ „}\\
gg' &= \tfrac{1}{4} \cdot 20660 = 5165 \text{ „}\\
hh' &= \tfrac{1}{5} \cdot 20660 = 4132 \text{ „}\\
ii' &= \tfrac{1}{6} \cdot 20660 = 3443\tfrac{1}{3} \text{ „}\\
kk' &= \tfrac{1}{7} \cdot 20660 = 2951\tfrac{3}{7} \text{ „}
\end{aligned}
$$

und der Flächeninhalt dieser Figur, welcher den dynamischen Effect dieser Menge Dampfes durch 7fache Expansion ausdrückt $= (Ad \times Ac) + \frac{1}{3}\,Ad\,(dd' + BB' + 2\,(ff' + hh') + 4\,(ee' + gg' + ii')$.

$= Ad\,(20660 + \frac{1}{3} \times 121402\,\frac{2}{21})$

$= Ad \times 61127$ Kil. sein.

Dieser Ausdruck ist etwas zu groß und wird sich, wenn man die Linie dB in eine größere Anzahl gleicher Theile eintheilt, ungefähr auf folgenden reduciren:

$$S = Ad \times 60862 \text{ Kil.}$$

Da nun 60862 Kilogr. den Gesammtdruck des Dampfes auf 1 □ Meter Oberfläche bedeutet, so ist, wenn wir $Ad = 1$ Met. annehmen,

$S = 60862$ Kilogrammmeter (1 Kil. 1 Met. hoch) der dynamische Effect, den 1 Cubikmeter Dampf von 2 Atmosphären durch 7fache Expansion hervorbringt.

Auf gleiche Weise hat Poncelet folgende Werthe für die dynamischen Effecte berechnet, welche 1 Cubikmeter Dampf von 1 Atm. Pression durch eine mehr oder weniger große Expansion hervorbringt (in Kilogrammmetern ausgedrückt).

Für mehrfachen Dampf findet sich dann der theoretische Effect, wenn man den für einfachen angegebenen mit der Anzahl Atmosphären multiplicirt.

Volum nach der Ausdehnung.	Dyn. Effect in Kil.	Volum nach der Ausdehnung.	Dyn. Effect in Kilogr.
1,00	10330	5,75	28399
1,25	12635	6,00	28839
1,50	14518	6,25	29261
1,75	16111	6,50	29685
2,00	17490	6,75	30055
2,25	18707	7,00	30431
2,50	19795	7,25	30794
2,75	20780	7,50	31144
3,00	21679	7,75	31483
3,25	22506	8,00	31811
3,50	23271	8,25	32129
3,75	23984	8,50	32437
4,00	24650	8,75	32736
4,25	25277	9,00	33027
4,50	25867	9,25	33310
4,75	26426	9,50	33585
5,00	26955	9,75	33854
5,25	27456	10,00	34116
5,50	27940		

bei dieser Temperatur; und weil die Dichtigkeit dieselbe, so ist ohne Zweifel auch der Gehalt an latenter Wärme unverändert geblieben, der an sensibler, so wie der Totalgehalt aber um 22w vermehrt.

Und Aehnliches findet Statt, erhitzt man vorzugsweise den Theil eines Kessels, der nicht mit dem Wasser, sondern bloß mit Dampf in Berührung ist. Die mitgetheilte Wärme wird wenig oder keinen Dampf erzeugen, und lediglich die Temperatur des bereits vorhandenen erhöhen. Auch in diesem Falle, und obschon der Dampf mit Wasser in Berührung ist, entsteht überhitzter Dampf oder Dampf von abnormem Wärmegehalt und so wie dieser Dampf eine ungleich höhere Temperatur, als das im Kessel siedende Wasser zeigen mag, so wird auch der Druck desselben durchaus nicht der dieser Temperatur sonst angemessene sein. Es ist also klar, daß, will man aus dem Wärmegrade des Dampfes auf seine Spannung schließen oder diese nach jenem bemessen, man sich sorgfältig versichern muß, daß der Dampf ein gesättigter ist und keineswegs ein überhitzter.

Obschon es nun aber dem überhitzten Dampfe zunächst nur an Wasser zu fehlen scheint, um gesättigter zu sein, so darf man nicht vermeinen, daß solchen sofort, durch Einspritzung von Wasser etwa, in Dampf von weit höherer Spannung zu verwandeln sei.

Denn würde 1 Kil. Dampf z. B. um 50 überhitzt, so besitzt es um 50 w überschüssige Wärme, und diese kann bloß etwa $\frac{1}{12}$ Kil. Wasser in Dampf verwandeln, so daß jener Dampf, während er durch die Einspritzung alle Ueberhitzung verlöre, doch nur um $\frac{1}{12}$ dichter würde. Man sieht also, daß auch sehr stark überhitzter Dampf durch Sättigung nicht plötzlich eine weit höhere Spannkraft erlangen kann.

Betrachten wir nun, ob und auf welche Art der

Wassergehalt der Dämpfe abnorm vermehrt sein kann.

Unstreitig ist der constitutive Gehalt auf jeder Dichtigkeitsstufe eine bestimmte, unveränderliche Größe, wie der an latenter Wärme. Wie aller Dampf aber ohne Veränderung der Dichtigkeit doch einen Zuwachs an sensibler Wärme erlangen kann, so kann derselbe mehr oder weniger Wassertheile aufnehmen, oder mit Wässerigkeit mechanisch verbunden sein.

Solch' überfeuchteter Dampf kann auf zweierlei Weise entstehen.

1) Durch Erkältung.

Reiner Dampf, wie dicht er auch sein mag, erscheint ganz durchsichtig und trocken, denn nur mit der Erkältung verliert ein Theil des Substrats die Dampfform. Da dieses Wasser, zumal bei stufenweiser Abkühlung, in unzähligen und daher unendlich kleinen Theilen sich niederschlagen, und daher lange im übrigen Dampfe schwebend erhalten wird, so wird dieser trübe und feucht, und bleibt das Gewicht dieses unreinen Dampfes fast unverändert.

Wird 1 Pf. doppelter Dampf von 122° auf 100° erkältet, so verliert fast die Hälfte desselben die Dampfform, die Dichte vermindert sich fast auf die Hälfte, und die Spannung ist die von einfachem Dampf. Er mag jedoch wohl noch 1 Pf. wiegen, nur bildet die Hälfte mechanisch verbundene Wässerigkeit.

2) Entsteht uns sehr oft eine solche Ueberfeuchtung, weil der aus siedendem Wasser aufsteigende Dampf mehr oder weniger adhärirende Wassertheile mit sich fortreißen kann, und dieser Umstand, der lange fast ganz übersehen wurde, verdient bei der Bereitung und Verwendung des Dampfes im Großen gar sehr unsere Beachtung. Das Quantum nichtdampfförmigen Wassers, das also mit dem Dampfe

sich verbinden und in den Cylinder übergehen mag, muß unstreitig nach mancherlei Umständen sehr ungleich sein. Es wird um so unbedeutender sein, je ruhiger die Flüssigkeit siedet, je reiner sie ist, je größer und höher zumal der Dampfraum im Kessel ist, je länger der Dampf darin weilt u. s. w., ungleich größer aber bei entgegengesetzten Verhältnissen, und sehr bedeutend namentlich bei Locomotivkesseln.

In der That glaubt v. Pambour aus vielen Versuchen schließen zu dürfen, daß bei solchen Kesseln das mechanisch mit dem Dampf fortgerissene und in die Cylinder übergehende Wasser meist an 30 und nicht selten nahe an 40$\frac{0}{0}$ betrage; und so wenig man auch diese Resultate, die übrigens keineswegs direct aus seinen Versuchen hervorgehen, für richtig und nachgewiesen anerkennen mag, so scheint doch außer Zweifel, daß in manchen Fällen dem Dampf $\frac{1}{5}$ oder $\frac{1}{4}$ seines Gewichts an Wässerigkeit beigemengt sein kann. Schon ein minderer Wassergehalt muß aber bei manchen Berechnungen nothwendig in Anschlag kommen.

Offenbar wird man nämlich nicht, wie gewöhnlich geschieht, nach der Menge des consumirten Wassers die des wirklich erzeugten Dampfes festsetzen dürfen; da aus 100 Pfd. Wasser oft kaum 90 und zuweilen kaum 80 Pf. wirksamer Dampf producirt wird.

Ebenso wird man nicht aus der nach gewöhnlicher Weise berechneten Menge des verbrauchten Dampfes den Bedarf an Speisewasser abschätzen können.

Es ergiebt sich daraus ferner, daß, obschon jeweilen zur Bildung von 1 Pf. Dampf aus Wasser von 30° 610 w erforderlich sind, die Verdampfung von 10 Pf. Wasser oft lange nicht 6100 w kosten wird; denn enthält der producirte Dampf auch nur $\frac{1}{10}$ Wasser, so erheischt die Verdampfung nur 9 $\times$ 610 + 80 oder 5570 w, wenn Dampf von 110° erzeugt wird.

II. Ueber den Aufwand an Brennmaterial bei Dampfmaschinen.

Der Aufwand an Brennmaterial bei Dampfmaschinen ist der Dampfmenge proportional, welche für die Wirkung der Maschine verbraucht wird. Die Erfahrung lehrt, daß man mit 1 Pfund der besten Steinkohlen 9 Pfund Wasser in Dampf verwandeln, also 9 Pfund Wasserdampf erzeugen kann; im Mittel darf man aber nur $7\frac{1}{2}$ Pfund annehmen. Watt rechnete auf eine Maschine von 40 Pferden 4 Bushels (84 engl. Pfund) oder 336 Pfund guter Newcastle- oder 400 Pfund Wednesbury-Kohlen in der Stunde, was von ersteren 8,4 Pfund und von letzteren 10 Pfund für die Pferdekraft in einer Stunde beträgt.

Man kann im Durchschnitt bei Maschinen über 20 Pferdekraft und bei guten Kohlen auf die Pferdekraft 10 engl. Pfund Steinkohlen für 1 Stunde annehmen, wenn man die ganze Füllung des Dampfcylinders, also nicht die Anwendung von Expansion, voraussetzt. Bei Anwendung von Expansion, und zwar zur Hälfte des Kolbenhubes, reducirt sich der Dampfverbrauch und somit auch der Aufwand an Brennmaterial auf die Hälfte, also auf 5 Pfund engl.; die Kraft der Maschine reducirt sich aber in solchem Falle nicht auf die Hälfte, sondern nur auf 0,67, also eine Pferdekraft auf 0,67 Pferdekraft. Wenn aber 0,67 Pferde 5, resp. $4\frac{1}{2}$ Pfund Kohlen erfordern, so verbraucht die Maschine bei solcher Expansion für 1 Pferdekraft $\frac{25}{0,67} = 7,4$ engl. Pfund Kohlen.

Diese Bestimmungen gelten jedoch nur für Maschinen von 20 Pferdekräften (ohngefähr 24 Zoll

Cylinderdurchmesser) und darüber, indem bei kleineren Cylindern der Brennstoffaufwand für gleiche Wirkung im Verhältniß der durch die Kolbenreibung und den Dampfverlust verminderten Wirkung abnimmt. Ebenso vermindert sich bei minder kräftigen Maschinen auch der Vortheil der Absperrung.

Nimmt man an, daß sich die Wirkungsgrade von lufttrockenem Buchenscheitholz, Torf (Griesheimer Formtorf) und Steinkohlen (vorzüglich gutes Ruhrer Fettschrot) wie die Zahlen 2,075, 1,992 und 5,201 zu einander verhalten, so würde man bei Annahme von 10 engl. Pfunden Steinkohlen für die Stunde und Pferdekraft zur Erzielung gleicher Wirkung $9, \frac{5,201}{2,075} = 22,5$ Pfund Holz und $9, \frac{5,201}{1,992} = 23,5$ Pfund Torf verbrauchen.

Folgende Tabelle giebt die pro Stunde und Pferdekraft erforderliche Menge von Steinkohlen an und zwar für Maschinen ohne Expansion und für solche, wo die Absperrung bei $\frac{10}{21}$ des Kolbenhubes eintritt, was bei den Maschinen nach dem Watt'schen System als das vortheilhafteste befunden wird.

Kraft der Maschinen bei nicht stattfindender Absperrung des Dampfes.	Steinkohlenverbrauch pro Stunde und Pferdekraft.	Die entsprechende Wirkung der Maschine für Absperrung des Dampfes.	Steinkohlenverbrauch pro Stunde und Pferdekraft bei Absperrung des Dampfes.
	in engl. Pfd.		in engl. Pfd.
20 Pferdekraft und darüber.	10	13,14	7,06
16	11	10,72	8,2
14	11,5	9,38	8,7
10	13	6,70	10,4
4	15	2,68	13
1	22	0,67	20,6

Man sieht aus dieser Tabelle den großen öconomischen Vortheil, welcher, insbesondere bei kräftigeren Maschinen, aus der Anwendung des Expansionsprincips entsteht; es sollte daher in allen Fällen, wo das Brennmaterial einen beachtenswerthen Preis hat, Regel sein, die Maschinen stets mit Expansion wirken zu lassen.

Folgende Tabelle giebt an, in welchem Verhältnisse die Kraft einer Watt'schen Maschine abnimmt, bei Annahme von 3 Pfund Dampfdruck über den der Atmosphäre, und Absperrung von $\frac{1}{4}$.

In Pferdekräften:					
ohne Absperrung.	mit Absperrung.	ohne Absperrung.	mit Absperrung.	ohne Absperrung.	mit Absperrung.
1	0,67	30	20,10	74	49,58
2	1,34	32	21,44	78	52,26
4	2,68	34	22,78	80	53,60
6	4,02	36	24,12	85	56,95
8	5,36	38	25,46	90	60,30
10	6,70	40	26,80	95	63,65
12	8,04	44	29,48	100	67,00
14	9,38	48	32,16	110	73,70
16	10,72	50	33,50	120	80,40
18	12,06	54	36,18	130	87,10
20	13,40	58	38,86	140	93,80
22	14,74	60	40,20	150	100,50
24	16,08	64	42,88	160	107,20
26	17,42	68	45,56	170	113,90
28	18,76	70	46,90		

Aus den beiden vorstehenden Tabellen läßt sich die Ersparung bei Anwendung von Expansion berechnen. Eine Maschine z. B. von 10 Pferden ohne Absperrung verbraucht nach der ersten Tabelle in 24 Stunden = 11, 7 . 10 . 24 = 2808 Pfund Steinkohlen. Soll eine zehnpferdige Maschine mit Absperrung wirken, so muß sie nach der zweiten Tabelle für 16 Pferde bei ganzer Füllung des Cylinders gebaut sein, und sie braucht alsdann in

24 Stunden, nach der ersten Tabelle nur 10 • 7,4 • 24 = 1776 Pfund Steinkohlen.

Man ersieht aus der ersten Tabelle ferner den verminderten Brennstoffaufwand für die Pferdekraft, sobald man stärkere Maschinen anwendet. Eine Maschine von 10 Pferdekraft ohne Absperrung braucht 11,7 Pfund Kohlen pro Pferd; während eine Maschine von der doppelten Kraft oder von 20 Pferden nur 9 Pfund Kohlen pro Pferd consumirt.

In England, besonders bei den zahlreichen zum Wasserheben in den Bergwerken von Cornwall verwendeten Maschinen wird gewöhnlich die Leistung in Bezug auf den Kohlenverbrauch durch die Anzahl Pfunde, welche mit 1 Bushel oder 84 engl. Pfund Kohlen pro Stunde 1 Fuß hoch gehoben werden, ausgedrückt. Als eine mittlere Wirkung für solche kräftige Watt'sche Maschinen nimmt man 22 Mill. Fußpfund auf den Bushel Kohlen an, was $\frac{22000000}{60,33000}$ = Pferdekraft, oder für 1 Pferdekraft 7,6 Pfund (engl.) Kohlen an. Diese Wirkung kann wohl bei vorzüglichen Kohlen, guter Feuerung und möglichster Vermeidung des Dampfverlustes durch den Kolben und durch Abkühlung auf 36 Millionen Pfund gesteigert werden, was beiläufig die Hälfte des theoretischen Maximums ist und 18 Pferdekraft pro Bushel oder für 1 Pferdekraft 4,6 Pfund (engl.) Kohlen beträgt. Sonst beträgt die Wirkung solcher Maschinen nach längerem Gang gewöhnlich nur 16—18 Millionen Pfund auf den Bushel, welche Verminderung bei gleicher Feuerungsanlage größtentheils aus der verminderten Dampfdichtigkeit des Kolbens oder aus der vernachlässigten Absperrung entspringt. Der letztere Wirkungsgrad entspricht beiläufig $8\frac{1}{2}$ Pferdekraft pro Bushel oder für 1 Pferdekraft und Stunde nahe 10 Pfd. engl. an Steinkohlen.

Vergleichung von Meilenmaßen und Wegstunden in versch. europäischen Staaten.

Großherz. Hessen *) Wegstunde. = 2000 Klft. = 5000 Met.	Baden. Wegstunde = ½ Meile = 14814,8 Fuß.	Deutsche oder geographische Meile 15 auf 1 Grad.	England. Meile = 1760 Yards.	Frankreich. Myriamet. **) = 10000 Meter.	Französische und englische Seemeile 20 auf 1 Grad.	Oesterreich. Meile = 24000 Fuß.	Preußen. Meile = 24000 Fuß.	Rußland. Werst = 3500 Fuß.	Sachsen. Meile = 32000 Fuß.
1	1,125	0,674	3,107	0,500	0,898	0,659	0,664	4,687	0,552
0,889	1	0,599	2,762	0,444	0,799	0,586	0,590	4,166	0,490
1,484	1,669	1	4,611	0,742	1,333	0,978	0,985	6,956	0,819
0,322	0,362	0,217	1	0,161	0,289	0,212	0,214	1,508	0,177
2,000	2,250	1,348	6,214	1	1,797	1,318	1,327	9,374	1,103
1,113	1,252	0,750	3,458	0,556	1	0,733	0,739	5,217	0,614
1,517	1,707	1,022	4,714	0,759	1,363	1	1,007	7,112	0,837
1,506	1,695	1,015	4,680	0,753	1,353	0,993	1	7,061	0,831
0,213	0,240	0,144	0,663	0,107	0,192	0,141	0,142	1	0,118
1,812	2,039	1,221	5,631	0,906	1,628	1,194	1,203	8,495	1

*) Die Meile, welche mit der Gr. Hess. Postmeile gleichbedeutend ist, wird zu 3000 Klafter oder 7500 Meter angenommen.

**) Der Myriameter ist die neue französische Lieue oder Meile und ist gleich 2,25 alten Lieues (Lieues de France) = 2,565 französischen Postmeilen.

Tabelle
zur Bestimmung des Mischungsverhältnisses von Legirungen aus Zinn und Blei mit Hülfe des specifischen Gewichts.

Verhältniß von		Specifisches Gewicht.	Verhältniß von		Specifisches Gewicht.
Zinn.	Blei.		Zinn.	Blei.	
1,00	0,00	7,312	0,45	0,55	9,091
0,95	0,05	7,430	0,40	0,60	9,282
0,90	0,10	7,577	0,35	0,65	9,465
0,85	0,15	7,750	0,30	0,70	9,669
0,80	0,20	7,891	0,25	0,75	9,885
0,75	0,25	8,021	0,20	0,80	10,152
0,70	0,30	8,170	0,15	0,85	10,430
0,65	0,35	8,362	0,10	0,90	10,669
0,60	0,40	8,541	0,05	0,95	11,009
0,55	0,45	8,684	0,00	1,00	11,352
0,50	0,50	8,869			

Bemerkungen.

1) Die den Mischungsverhältnissen der beiden Metalle entsprechenden specifischen Gewichte gründen sich auf wirkliche Beobachtungen.

2) Die Tabelle giebt nur in solchen Fällen richtige Resultate an, wenn nur Blei und Zinn in den Mischungen enthalten ist; sie ist daher unbrauchbar, wenn außer den genannten Metallen noch Kupfer, Zink, oder Spießglanz in der Mischung vorhanden sein sollte.

III. Von der Berechnung der Kraft der Dampfmaschinen.

Berechnung der Kraft der Dampfmaschinen mit Niederdruck und Bestimmung der Dimensionsverhältnisse ihrer einzelnen Theile.

Die nach dem Watt'schen System erbauten Niederdruckmaschinen sind in der Regel auf eine Spannkraft der Dämpfe im Kessel berechnet, welche den Atmosphärendruck um eine Quecksilbersäule von 5,6 Zoll übersteigt. Da der Atmosphärendruck einer Quecksilbersäule von 30,4 Zoll entspricht, so steht die Spannkraft des Dampfes im Kessel mit 36 Zoll Quecksilber im Gleichgewicht, wobei derselbe einen Druck von 1,17 Atmosphären oder von nahe 15 Pfund auf den Quadratzoll ausübt und eine Temperatur von 105° C. besitzt.

Zwischen dem eben bemerkten Dampfdruck und demjenigen Druck, welcher der bewegenden Kraft des Kolbens entspricht, findet indessen ein bedeutender Unterschied statt, indem verschiedene Umstände, wozu namentlich die Spannkraft der in dem Condensator nicht vollständig condensirten Dämpfe, ferner Dampfverluste und Abkühlung der Dämpfe, so wie die unvermeidlichen Reibungen an den Kolben und den übrigen beweglichen Theilen der Maschine zu rechnen sind, jener Spannkraft des Dampfes im Kessel entgegenwirken und einen bedeutenden Verlust in der bewegenden Kraft veranlassen. Aus diesen Gründen rechnet man den eigentlich nur wirksamen Druck des Dampfes bei der Mehrzahl dieser Maschinen kaum auf 6,25 Pfund pro □ Zoll, oder ungefähr 0,42 des Dampfdruckes im Kessel und bei sehr kräftigen Maschinen kaum auf 8,12 Pf. auf den □ Zoll, oder

ungefähr 0,54 des Druckes im Kessel; bei schwachen Maschinen kann dieser Druck leicht bis auf 5,6 Pf. pro □ Zoll oder auf ungefähr 40 Procent herabsinken.

Es sei s die Kolbenfläche in Quadratzollen, v die Geschwindigkeit des Kolbens in der Secunde in Fußen und m der mittlere effective Dampfdruck auf den □ Zoll Kolbenfläche in Pfunden, so erhält man die effective Kraft der Maschine in der Secunde, in Fußpfunden ausgedrückt:

$$Q = s\ m\ v.$$

Nehmen wir als Beispiel eine Maschine an, deren Cylinderdurchmesser 34 Zoll, deren Kolbenfläche also 907,9 Quadratzoll betrage; ferner sei die Länge des Kolbenlaufes 7,4 Fuß und der mittlere effective Druck auf den Quadratzoll = 7,8 Pfund; der Kolben mache in jeder Minute 18 Doppelhübe. Berechnen wir vorerst die Geschwindigkeit (v) des Kolbens, so beträgt dieselbe 2 · 18 · 7,4 = 266,4 Fuß in der Minute oder 4,44 Fuß in der Secunde. Man erhält somit nach der obigen Formel Q = 907, 9 · 7,8 · 4,44 = 31442 Fußpfund oder $\frac{31442}{60}$ = 52,4 Pferdekraft pro Secunde für die effective Kraft der Maschine.

Das nämliche Resultat wird man erhalten, wenn man nach der obigen Formel den theoretischen Effect der Maschine rechnet, indem man für m den Druck im Dampfkessel, welcher, wie angegeben, bei diesen Maschinen zu 15 Pfund pro □ Zoll angenommen werden kann, in Rechnung bringt und von dem theoretischen Effect 0,52 oder 52 Procent nimmt.

Werdam nimmt bei Niederdruckmaschinen einen Dampfdruck im Kessel von 16,6 Pfund auf den □ Zoll an, welchem eine Quecksilbersäule von 39,6 Zoll und

eine Temperatur von 108° entspricht. Nach Abzug sämmtlicher Widerstände rechnet derselbe als eigentlich nützlichen Dampfdruck bei kleinen Maschinen 48 bis 56 Procent und bei mittelmäßigen und größeren Maschinen 60 Procent von der vorbemerkten ursprünglichen Spannung des Dampfs im Kessel, so daß nach dieser Annahme der nützliche Dampfdruck bei kleinen Maschinen ungefähr 8,3 und bei mittelmäßigen und großen Maschinen ungefähr 10 Pfund pro □Zoll beträgt.

Es müssen jedoch, wie Verdam weiter bemerkt, diese Werthe in der Praxis geringer angenommen werden; denn

1. wird der Dampf den angegebenen Druck auf den Kolben nur ausüben können, wenn die Maschine von der vollkommensten Construction ist;
2. finden jene Druckwerthe nur statt, wenn der Dampf regelmäßig und immer in derselben Quantität, oder vielmehr immer in solcher Quantität in den Cylinder treten kann, daß er den Cylinder stets forttreibt, ohne eine Veränderung in der Dichtigkeit und Spannung zu erfahren. Aber sowohl die Construction der Dampfschieber oder Dampfventile, als auch die gleichförmige Bewegung des Dampfkolbens und auch der Umstand, daß die Dampföffnungen bereits vor dem Ende des Kolbenlaufs geschlossen sein müssen, bewirken, daß der Dampf keineswegs regelmäßig einströmt, sondern seine Dichtigkeit im Cylinder unaufhörlich verändert. Der Dampf wirkt auch in solchen Maschinen, die nicht mittelst Ausdehnung des Dampfes arbeiten, keineswegs während des ganzen Kolbenlaufs unveränderlich mit vollem Drucke; denn hauptsächlich am Ende des Laufs findet

eine merkliche Veränderung in der Dichtigkeit des Dampfes statt und dadurch auch eine Verminderung in seiner Spannung oder im Drucke, den er ausübt.

3. Bei den obigen Werthen für den nützlichen Dampfdruck ist die durch nicht condensirten Dampf verursachte Gegenwirkung zu $\frac{1}{4}$ des Drucks im Kessel gerechnet worden; dieselbe kann jedoch manchmal auch größer sein.

4. Auch geben die oben mitgetheilten Zahlen nur den mittleren und den höchsten Dampfdruck an, so daß, wenn die Last vollkommen nach diesem Drucke abgemessen ist, die Maschine auch mit ihrer größten Kraft wirken wird, um diese Last zu bewegen, dann aber wenig darüber zu leisten vermag. Man darf indessen keine Maschine immer dergestalt arbeiten lassen, daß die bewegende Kraft unaufhörlich auf's Höchste gesteigert wird. Jede Maschine, besonders aber eine Dampfmaschine, muß deßhalb so eingerichtet sein oder so arbeiten, daß sie nicht überladen ist, sondern eine geringere Kraft ausübt, als sie im äußersten Falle auszuüben vermag. Es unterliegt dann keinem Zweifel, daß die Maschine die verlangte Arbeit verrichten kann; man besitzt auch dann in der Maschine ein gewisses Uebermaß von Kraft, über welches man in vorkommenden Fällen immer mit Nutzen verfügen kann, z. B., um eine Zeit lang eine größere Last bewegen zu lassen, oder um den Effect der Maschine nicht geringer werden zu lassen, wenn der Zustand einiger Theile derselben wandelbar wird und man die Erneuerung oder Herstellung derselben noch einige Zeit lang aussetzen muß, oder um

[illegible] einiger leichteren Maschinen
[illegible] zu haben u. s. w.

[illegible] pflegt man bei Berechnung
[illegible] anzunehmen, daß,
[illegible] eine äußerste Spannung
[illegible] haben soll, derselbe dann
[illegible] Unterhaltung des Feuers,
[illegible] meisten) durch die Verenge-
[illegible] der Dampfklappe im
[illegible] geringere Dichtigkeit und
[illegible] nützliche Druck, statt im
[illegible] Zoll zu betragen, nur
[illegible] ausmache, damit die Ma-
[illegible] nennen pflegt, nicht über-
[illegible] die Maschine nicht allein
[illegible] ihrer höchsten Kraft
[illegible] mittelst derselben im
[illegible] mechanische Kraft aus-
[illegible] auszuüben im Stande
[illegible] Voraussetzung, daß alle Theile
[illegible] mit der größten Genauigkeit ar-
[illegible] Stande erhalten werden; daß
[illegible] nicht nach und nach,
[illegible] auf einmal geöffnet und
[illegible]

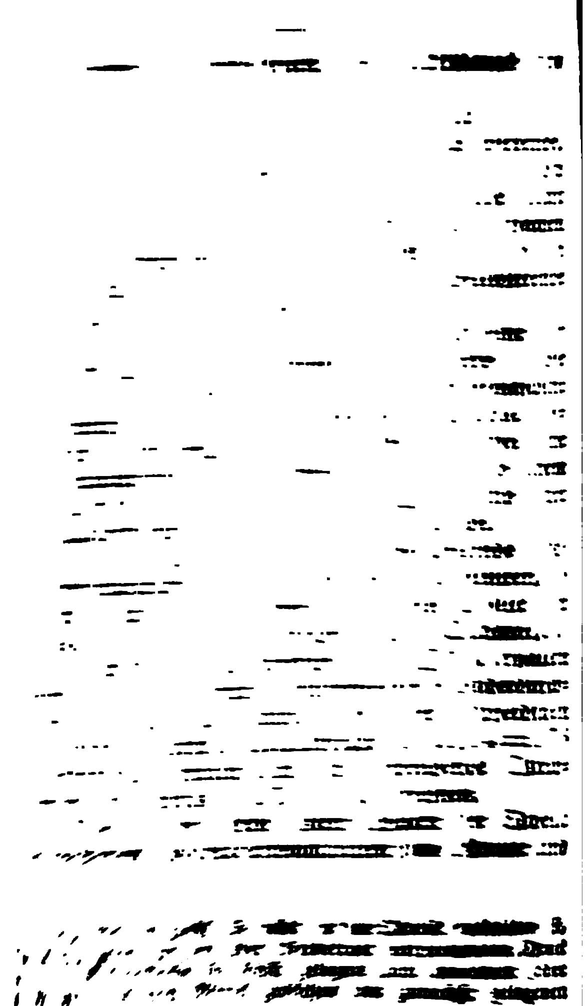
[illegible], die aus Reibungen und
[illegible], in kleinen Maschinen
[illegible], als in großen, so ist
[illegible] Druck oder der Nutzeffect kleiner
[illegible] kleiner, als derjenige
[illegible] In Bezug auf das Maß des
[illegible] Maschinen von verschiedener
[illegible] man, nach Verdam, die Zahlen an-
[illegible] folgender Tabelle angegeben sind
[illegible] mit den Beobachtungen und den ange-
[illegible] Berechnungen übereinstimmen.

Cylinder-Durchmesser in Zollen.	Mittlerer Druck des Dampfes pro □Zoll.	Procente des Dampfdrucks im Kessel, diesen zu 16,6 Pf. pro □Zoll angenommen.
4	5,6	33,7
6	5,8	35,0
8	6,1	36,7
10	6,2	37,3
12	6,3	38,0
16	6,5	39,0
20	6,6	39,0
30	6,7	40,4
40	6,8	41,0
52	6,8	41,0

Dieses beträgt im Durchschnitt auf den □Zoll 6,34 oder nur 38 Procent, oder ungefähr $\frac{2}{5}$ des ursprünglichen größten Dampfdrucks.

Durchmesser und Geschwindigkeit der Dampfcylinderkolben; verbrauchte Dampfmenge und Kohlenconsumtion.

In der nachstehenden Tabelle I. sind die Durchmesser und Geschwindigkeiten der Kolben von Dampfcylindern, und zwar für Niederdruckmaschinen von 1 bis zu 200 effectiver Pferdekraft, zusammengestellt. Sie enthält zugleich den entsprechenden Inhalt der Kolbenfläche, im Ganzen und auf eine Pferdekraft berechnet, ferner die Länge des Kolbenhubs, die Anzahl der Doppelhube in der Minute und die hieraus



Secunde (von denen die erste durch Multiplication der Zahlen der 5. und 6. Spalte erhalten wurde) sind diejenigen, welche in der Praxis im Durchschnitt angenommen werden, und zwar ohne Rücksicht auf die Länge des Kolbenhubs und die Anzahl der Doppelhübe pro Minute oder — was dasselbe ist — die Anzahl der Kurbelumdrehungen. Die Anzahl der Doppelhübe in der Minute ist je nach der Größe, welche man dem Hube zu geben für gut findet, verschieden. Bei Fabriksmaschinen ist der Kolbenhub in der Regel länger und der Kolben macht demzufolge weniger Hübe in der Minute, als bei Schiffsmaschinen, wo man bei derselben Kraft die Höhe soviel wie möglich zu beschränken sucht. Die Länge des Kolbenhubs wird nach dem Ermessen des Constructeurs bestimmt, je nachdem er es für Fortpflanzung der Bewegung auf die zu betreibenden Maschinen bequemer findet, die Kurbel mehr oder weniger Umdrehungen in der Minute machen zu lassen, ohne von den in der Tabelle angenommenen Kolbengeschwindigkeiten merklich abzuweichen.

Wollte man jedoch demohngeachtet eine Maschine construiren, welche eine geringere oder größere Geschwindigkeit, als solche in der Tabelle angenommen ist, erhalten soll, so muß natürlich auf diesen Unterschied Rücksicht genommen und in dem nämlichen Verhältniß die Größe der auf jede Pferdekraft kommenden Kolbenfläche vermehrt oder vermindert werden, wozu übrigens eine einfache Rechnungsoperation hinreicht.

In der nachstehenden, die Tabelle I. gleichsam ergänzenden Tabelle II. sind die den Maschinen von 1 bis zu 200 Pferdekraft entsprechenden Mengen des Dampfverbrauchs per Minute, und zwar sowohl die Totalmenge, als auch die für eine einzelne Pferdekraft hieraus berechnete angegeben. Jene wurde durch

Multiplication der Kolbenfläche (in □Fußen ausgedrückt) mit der Geschwindigkeit des Kolbens in der Minute erhalten, wofür man die Zahlen in der 3. und 7. Spalte der Tabelle I. findet. Die 3. Spalte der nachfolgenden Tabelle enthält den Dampfdruck auf die Kolbenfläche in Pfunden und die 4. Spalte den nämlichen Druck für jeden □Zoll der Kolbenfläche. In der 7. und 8. Spalte ist endlich der Kohlenverbrauch sowohl im Ganzen, als für die einzelne Pferdekraft angegeben. Es ist jedoch hierbei zu bemerken, daß die Kohlenmengen etwas geringer angegeben sind, und wir verweisen in dieser Beziehung auf das, was weiter unten in Bezug hierauf noch angeführt werden wird.

(Siehe die hinten folgende Tabelle II.)

Aus der 6. Spalte dieser Tabelle ersieht man, daß der Dampfverbrauch pro Pferdekraft bei schwachen Maschinen ziemlich beträchtlicher ist, als bei kräftigeren Maschinen. So verbraucht z. B. eine 12pferdige Maschine in der Minute für jede Pferdekraft 58,8 Cubikfuß Dampf, während für eine Maschine von 100 Pferden dieser Verbrauch nur 50,27 Cubikfuß beträgt.

Wenn die Kraft, welche eine derartige Maschine erhalten soll und die Kolbengeschwindigkeit gegeben ist, so läßt sich aus dieser Tabelle der Cylinderdurchmesser bestimmen. Es soll z. B. eine 25pferdige Maschine construirt werden, wobei der Kolben eine Geschwindigkeit von 4 Fuß pro Secunde oder 240 Fuß in der Minute erhalten soll, so findet man in der Tabelle, daß bei einer 24pferdigen Maschine für jede Pferdekraft in der Minute 56,241 Cubikfuß, also für 25 Pferde 25 . 56,241 = 1406 Cubikfuß Dampf pro Minute erforderlich sind. Da nun der Kolben in jeder Minute 240 Fuß zurücklegt, die bemerkten

1406 Cubikfuß Dampf also einen cylindrischen Raum von 240 Fuß Länge erfüllen müssen, so ergiebt sich hieraus der Flächeninhalt des Kolbens $= \frac{1406}{240}$ $= 5,86$ Quadratfuß, daher der entsprechende Durchmesser des Cylinders = 2,73 Fuß oder 27,3 Zoll.

Ueber die dem Durchmesser des Dampfcylinders und dem Kolbenhube zu gebenden Dimensionen giebt Watt nachstehende praktische Regeln an, die indessen für ziemlich schlecht unterhaltene Maschinen berechnet sind; Maschinen von den hiernach sich ergebenden Dimensionen können daher im Allgemeinen eine größere Kraft ausüben.

Watt bestimmte den Durchmesser des Dampfcylinders für doppeltwirkende Niederdruckmaschinen nach der Formel in metrischem Maße:

$$d = \sqrt{\frac{0,01986\ n}{v}},$$

worin d den Durchmesser in Fußen, n die Zahl der Pferdekräfte der Maschine und v die Geschwindigkeit des Kolbens in Fußen bedeutet.

Ferner soll, nach Watt, die Länge des Kolbenhubs zwischen 3 und 2 Mal den Durchmesser des Cylinders enthalten (Maudslay nimmt hierfür das Verhältniß 1:2 an); die Geschwindigkeit des Kolbens soll sein

3,6 bis 4 Fuß in 1 Sec. für Maschinen von 4 bis 20 Pferdekräften,
4,0 bis 4,8 Fuß in 1 Sec. für Maschinen von 20 bis 30 Pferdekräften,
4,8 bis 5,0 Fuß in 1 Sec. für Maschinen von 30 bis 60 Pferdekräften,
5,0 bis 5,2 Fuß in 1 Sec. für Maschinen von 60 bis 100 Pferdekräften.

Tredgold berechnet die Geschwindigkeit v des Kolbens pro Sec. nach der Formel $v = 2{,}2 \sqrt{h}$, worin h den Kolbenhub in Fußen bedeutet.

Folgende Tafel enthält die Resultate der Watt'schen Regeln, verglichen mit den von ihm gebrauchten Dimensionen.

Tabelle III.

zur Bestimmung des Durchmessers von Dampfcylindern, des Kolbenhubes und der Kolbengeschwindigkeit für Niederdruckmaschinen von 4 bis 100 Pferdekräften, nach Watt.

Pferdekräfte.	Kolbenhub.	Geschwindigkeit des Kolbens.	Durchmesser des Cylinders, nach der Formel.	Durchmesser des Cylinders, gegeben von Watt.	Zahl der Kolbenhübe oder der Umdrehungen des Schwungrades in 1 Minute.
4	3,656	3,536	1,200	1,220	29,0
6	4,272	3,840	1,408	1,420	27,0
8	4,800	3,900	1,616	1,628	24,0
10	4,880	4,060	1,764	1,776	25,0
12	4,880	4,060	1,926	1,932	25,0
14	4,880	4,060	2,112	2,088	25,0
16	5,664	4,344	2,164	2,208	23,0
18	5,664	4,344	2,296	2,340	23,0
20	6,080	4,360	2,416	2,408	21,5
22	6,080	4,360	2,532	2,540	21,5
24	6,080	4,360	2,644	2,644	21,5
26	6,712	4,472	2,720	2,720	20,0
28	6,712	4,472	2,824	2,820	20,0
30	7,200	4,560	2,848	2,872	19,0
36	7,200	4,560	3,088	3,136	19,0
40	8,540	4,976	3,208	3,200	17,5
45	8,540	4,976	3,400	3,388	17,5
50	8,540	4,976	3,584	3,572	17,5
60	8,540	4,976	3,928	3,912	17,5
70	9,560	5,200	4,132	4,144	16,0
80	9,560	5,200	4,420	4,420	16,0
90	9,560	5,200	4,688	4,688	16,0
100	9,560	5,200	4,940	4,928	16,0

Dimensionen des Dampfrohres und der Eintrittsöffnungen des Dampfes in den Cylinder.

Nach Boulton und Watt sollen der Querschnitt des Dampfzuführungsrohres, so wie die Eintrittsöffnungen des Dampfes in den Cylinder $\frac{1}{25}$ der Kolbenfläche, oder, was das Nämliche ist, der Durchmesser des Dampfzuführungsrohres $\frac{1}{5}$ von dem des Dampfcylinders betragen. Oder aber man gebe der Röhre einen Querschnitt, welcher so viel Mal 0,96 □ Zoll beträgt, als die Maschine Pferdekräfte erhalten soll. So haben z. B. die Constructeurs der Niederdruckmaschine zu St. Ouen bei Paris dem Dampfzuführungsrohr nur $\frac{1}{70}$ und den Eintrittsöffnungen des Dampfes in den Cylindern nur $\frac{1}{48}$ von der Kolbenfläche, und zwar bei einer Kolbengeschwindigkeit von 4,43 Fuß in der Secunde, gegeben. Nach Watt soll die Fläche des Dampfzuleitungsventils 0,81 □ Zoll für jede Pferdekraft betragen; für das Auslaßventil, durch welches der Dampf in den Condensator tritt, giebt derselbe 1,23 □ Zoll für jede Pferdekraft an. Je größer die Geschwindigkeit einer Maschine sein soll, um so mehr müssen die bemerkten Dimensionen vergrößert werden. (Bei Locomotiven, welche gewöhnlich mit 3 bis 4 Atmosphären Druck arbeiten, erhalten jene Querschnitte meist nur $\frac{1}{15}$ oder $\frac{1}{12}$ von der Kolbenfläche).

Dimensionen des Dampfkessels.

In Bezug auf die Dimensionen der Dampfkessel bei Niederdruckmaschinen können folgende Regeln angenommen werden:

1. Um 100 Cubikfuß Wasser in jeder Stunde zu verdampfen, soll die feuerberührte Kesselfläche (Bodenfläche) sammt den übrigen der Flamme oder der

heißen Luft ausgesetzten Theile des Kessels 680 □ Fuß betragen. Hiervon soll ¼ der directen Wirkung des Feuers ausgesetzt sein, d. h. die Bodenfläche des Kessels bilden.

2) Jeder Quadratfuß feuerberührter Kesselfläche kann im Durchschnitt stündlich 0,1536 Cubikfuß oder 4,8 Pfund Wasser in Dampf verwandeln. Peclet nimmt nur 2,5 bis 3,7 Pf. verdampftes Wasser auf jeden □ Fuß Heizfläche pro Stunde und Watt sogar noch weniger an. Farey giebt an, daß 1 □ Fuß Heizfläche 4,084 Cubikfuß Dampf von atmosph. Dichtigkeit ungefähr 1 Minute erzeugt.

3) Für jede effective Pferdekraft kann man 17,6 bis 22,4 □ Fuß feuerberührter Fläche annehmen. Watt rechnet hierfür 22,3 bis 26,7 □ Fuß. Verdam giebt für Maschinen bis zu 20 Pferdekräfte 19,2 □ Fuß und für solche über 20 Pferdekräften nur 16 □ Fuß an. Für Schiffskessel rechnet man bei kleinen Maschinen 20,32 bis 27,2 und bei größeren 18,2 bis 22,4 □ Fuß feuerberührte Fläche für jede Pferdekraft.

4) Die gewöhnlichen Niederdruckmaschinen bedürfen, nach Watt, für jede Pferdekraft in 1 Minute 0,0352 Cubikfuß = 1,1 Pfund oder in 1 Stunde 2,112 Cubikfuß = 66 Pf. Wasser zur Dampferzeugung. Es ist hierbei der Dampf inbegriffen, welcher durch das Entweichen und durch Condensation in den Leitungsröhren verloren geht und ersetzt werden muß. Zur Condensation und Dampferzeugung zusammengenommen sind, nach Morin, stündlich 50 Cubikfuß oder 1560 Pfund Wasser für jede Pferdekraft erforderlich. (In Bezug auf die zur Condensation allein erforderliche Wassermenge ist näheres an einem andern Orte angeführt worden.)

Man kann aus diesen Daten die feuerberührte Fläche eines Dampfkessels für eine Niederdruckma-

schine bestimmen, wenn die der Kraft der Maschine entsprechende Wassermenge, welche stündlich verdampft werden muß, gegeben ist.

In Bezug auf die Räumlichkeit des Kessels bemerke man Folgendes:

1) Der Rauminhalt eines Dampfkessels für eine doppeltwirkende Niederdruckmaschine soll das $17\frac{1}{2}$fache des in jeder Stunde verdampften Wasser-Volumens betragen, d. h., für jeden in einer Stunde zu verdampfenden Cubikfuß Wasser sollen dem Kessel $17\frac{1}{2}$ Cubikfuß Rauminhalt gegeben werden. Auch kann man für jede effective Pferdekraft einer solchen Maschine einen Rauminhalt des Kessels von 36 bis 48 Cubikfuß rechnen. Mit Berücksichtigung auf die Annahmen Anderer scheinen 36 Cubikfuß eine passende Mittelzahl zu sein. Bei Schiffsmaschinen giebt man dem Gewichte des Kessels wegen nicht gerne mehr als 25,6 Cubikfuß und läßt Dampf und Wasser gleichen Raum einnehmen.

2) Der mit Wasser angefüllte Raum des Kessels soll ungefähr $\frac{2}{3}$ seines ganzen Rauminhalts oder 10 bis $11\frac{1}{2}$ Mal das in jeder Stunde verdampfte Wasserquantum betragen, d. h., für jeden in einer Stunde verdampften Cubikfuß Wasser soll der Kessel 10 bis $11\frac{1}{2}$ Cubikfuß an Wasser enthalten. Das Wasser soll mindestens 4 Zoll über den höchsten Feuerzug stehen.

3) Der für den Dampf verbleibende Theil des Kessels beträgt ungefähr $\frac{1}{3}$ von dem ganzen Rauminhalte desselben, oder ungefähr 10 bis 12 Cubikfuß für jeden bei einem einfachen Kolbenlaufe verbrauchten Cubikfuß Dampf.

In Bezug auf die den Dampfkesseln zu gebende Wandstärke, den Druck, welchen die einzelnen Theile desselben aushalten müssen, Dimensionen des Wasser- und Dampfraumes, so wie über die vom

Feuer berührte Kesselfläche, nach Inhalt der franz. Ordonnanz und des kgl. preuß. Regulativs, vergleiche man die Artikel der technischen Hülfsmittel. Es bleibt hier bloß nur noch zu bemerken übrig, daß man gewöhnlich kein dickeres Blech, als solches von 5,6‴ und kein dünneres als von 2‴ anwendet. Für einen großen Druck giebt man dem Kessel lieber einen kleineren Durchmesser, welcher einer Dicke entspricht, die zwischen den bemerkten Grenzen liegt.

Sicherheitsventil.

Der unteren Fläche des Sicherheitsventils bei Niederdruckmaschinen gebe man für jeden Quadratfuß der unmittelbar dem Feuer ausgesetzten Fläche des Kessels 0,18 □ Zoll. Oder: diese Fläche soll für jede effective Pferdekraft 0,80 bis 0,96 □ Zoll betragen. Watt giebt für jede Pferdekraft nur 0,649 □ Zoll Ventilfläche an; der Druck auf diese Ventile soll 1,82 Pfund pro Pferdekraft betragen.

Dimensionen des Feuerraumes des Rostes, der Feuercanäle und des Schornsteines, und Brennmaterialverbrauch.

1) Aus verschiedenen Versuchen ergiebt sich, daß ein Feuerraum, welcher zur Verbrennung von 100 Pfund Steinkohlen pro Stunde dienen soll, eine Capacität von 13 bis 16 Cubikfuß haben muß. Für Buchenholz kann man das 4½fache, für Torf oder Tannenholz das 6fache, für Holzkohlen oder Coaks das 2- bis 2½fache dieses Raumes annehmen.

2) Die Rostfläche für die Feuerungsanlage einer Niederdruckmaschine erhalte für jede Pferdekraft 1,12 bis 1,28 □ Fuß. Hiervon kommt ¼ bis ⅓ auf die freien Zwischenräume. Watt nimmt 1 bis 1,2

□ Fuß und bei sehr backenden Kohlen 1,4 □ Fuß gesammte Rostfläche pro Pferdekraft an. Die Zwischenräume sollen für Steinkohlen [illegible] und für Holz, Torf oder Braunkohlen ¼ der Rostfläche betragen. Bei inneren Kesselfeuerungen reichen 0,8 □ Fuß Rostfläche pro Pferdekraft aus, was u. a. bei den Cornwall'schen Kesseln der Fall ist. Schiffsmaschinen, welche ebenfalls innere Feuerungen haben, erhalten bei kleinen Dimensionen, bei ¼ Luft zwischen den Stäben, 1,12 und bei großen Dimensionen gleichfalls nicht mehr als 0,8 □ Fuß Rostfläche. Die ganze Länge des Rostes nimmt Watt zu etwa ⅓ der Länge des Kessels an. Man bestimmt auch die Größe der Rostfläche nach der Menge von Brennmaterial, welches in einer bestimmten Zeit verbrannt werden soll. Farey rechnet für je 8,5 Pfund pro Stunde zu verbrennende Steinkohlen (bester Qualität) 1 □ Fuß Rostfläche; bei mittelguten Kohlen kann man auf 1 □ Fuß Rostfläche 5 Pfund und bei Holzfeuerung 10 bis 12 Pfund Holz rechnen. Diese Quantitäten scheinen indessen zu gering gegriffen zu sein, und Armengaud nimmt wohl richtiger an, daß man mit 1 □ Fuß Rostfläche stündlich 15 Pfund ohne Anstand verbrennen kann, wenn dieselben in einer Schicht von 2,5 bis 3,2 Zoll auf dem Roste liegen. Peclet giebt an, daß man mit jedem □ Fuß Rostfläche 10 Pfund Steinkohlen stündlich verbrennen kann, wenn die Oeffnungen zwischen den Roststäben ¼ der Rostfläche betragen. Der Abstand des Rostes vom Kesselboden soll bei Watt'schen (sogen. Wagen-) Kesseln und für Steinkohlen in der Mitte höchstens 20 bis 24 Zoll, an den Rändern nur 11 bis 14½ Zoll betragen; bei diesen und anderen Kesseln mindestens 14½ bis 16 Zoll. Bei dichtem Torf und Holz und mittelgroßem Kessel kann man 22,4

bis 24,8 Zoll und für große Kessel 28 bis 32 Zoll; bei leichtem Torf, der in höheren Schichten den Rost bedecken muß, im Mittel 30 Zoll und bei Braunkohlen höchstens 18 Zoll vom Roste bis zur Mitte des Kessels rechnen. Die Brücke am Rost soll 13 bis 15 Zoll vom Mittel des Kesselbodens entfernt sein und für die Flamme einen Durchgang lassen, der ungefähr $\frac{1}{3}$ der Rostfläche beträgt.

3) Der Querschnitt der Feuercanäle betrage $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{4}$ der Rostfläche. Dem unteren Feuerzug gebe man zum Querschnitt $\frac{1}{3}$ der Rostfläche.

4) Der Querschnitt des Schornsteins erhalte am oberen Ende ungefähr $\frac{1}{6}$ von der Rostfläche und, in der Voraussetzung, daß 1,28 □ Fuß Rostfläche pro Pferdekraft nöthig sind, 2,13 □ Zoll für jede Pferdekraft. Verdam verlangt für jede Pferdekraft bei quadratisch gemauerten Schornsteinen 2,4 bis 2,56 □ Zoll, bei runden gemauerten 2,08 □ Zoll und bei Schornsteinen aus Eisenblech 1,6 □ Zoll Querschnittsfläche. Maschinen unter 5 Pferdekraft erhalten einen größeren Querschnitt des Schornsteins und soll derselbe, auch bei den schwächsten Maschinen, nie unter 3,2 □ Fuß angenommen werden. Vortheilhaft ist es immer, den Schornstein unten weiter als oben zu machen und nur dem oberen Ende den erforderlichen Querschnitt zu geben.

5) Die Höhe des Schornsteins wechselt zwischen 70 und 140 Fuß. Eine größere Höhe nützt wenig; bei geringerer Höhe wird, besonders bei langen Feuerzügen, der Zug zu schwach.

6) Die Consumtion an Steinkohlen kann zwischen 8 und 12 Pf. für jede Stunde pro Pferdekraft betragen.

In der Tabelle II ist der Kohlenverbrauch, insbesondere bei den kräftigeren Maschinen, bei weitem geringer angegeben, als soeben angeführt wurde.

Es scheint indessen, daß jene von englischen Ingenieurs angegebenen Zahlen sich auf Versuche mit Cornwall'schen Maschinen beziehen, welche beinahe sämmtlich einfachwirkend und mit Expansion versehen, also weit öconomischer sind, als die hier betrachteten Maschinen, welche während des ganzen Kolbenlaufes mit gleichbleibendem Dampfdruck arbeiten. Es erklärt sich hieraus der weit geringere Kohlenverbrauch, welchen jene Tabelle angiebt. Es giebt in der That Cornwall'sche Maschinen, welche nicht mehr als 4 Pfund Kohlen in der Stunde für die Pferdekraft verbrauchen. Bei Verträgen, welche Maschinenfabricanten über die Lieferung von Dampfmaschinen mit Niederdruck ohne Expansion mit Fabricanten eingehen, können dieselben daher die in jener Tabelle angegebenen Zahlen nicht annehmen, man muß vielmehr hierbei auf einen durchschnittlichen Kohlenverbrauch, wie er vorhin angegeben wurde, rechnen. Man kann aber aus der fraglichen Tabelle ersehen, welchen bedeutenden öconomischen Vortheil Expansionsmaschinen, und insbesondere die Cornwall'schen Maschinen, welche übrigens nur für Wasser- und Kohlenförderung u.dgl. anwendbar sind, gewähren.

Watt'sche, sog. Wagenkessel, die Kessel von Woolf mit cylindrischen Feuerröhren von Eisenblech, die von Stephenson mit innenliegendem Feuerheerd und Röhren zu Circulation der Flamme, liefern 6 Pfund Dampf mit 1 Pfund verbrannter Steinkohle. Ist die Kohle sehr gut und das Feuer gut bedient, so kann man bis zu 7 Pfund Dampf mit 1 Pf. Steinkohlen erhalten. Die Kessel mit innerem Feuerzuge bieten bei geringerem Volumen und bei geringeren Kosten eine größere Heizfläche, als die Watt'schen, dar.

Luftpumpe und Condensator.

1) Der Kolbenhub der Luftpumpe, welche das condensirte Wasser und mit ihm die beigemengte Luft wegzuschaffen hat, beträgt bei doppeltwirkenden Niederdruckmaschinen gewöhnlich die Hälfte von dem Kolbenhub des Dampfcylinders.

2) Der Durchmesser des Kolbens der Luftpumpe ist nahe $\frac{2}{3}$ von dem Durchmesser des Dampfcylinders, seine Fläche also ungefähr die Hälfte des Querschnitts des Dampfcylinders.

3) Der nutzbare Raum, welchen der Kolben der Luftpumpe (dieselbe saugt nur beim Aufwärtsgehen des Kolbens) durchläuft, beträgt $\frac{1}{8}$ oder wenigstens $\frac{1}{6}$ des Volumens, welches der Dampfkolben bei einem Doppelhub durchläuft, also ungefähr $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ von dem Inhalt des Dampfcylinders. Einfachwirkende gewöhnliche Niederdruckmaschinen können Luftpumpen von viel kleineren Dimensionen erhalten; man giebt ihnen jedoch selten weniger als $\frac{1}{3}$ des Cylinder-Durchmessers und Hubes. Bei Schiffsmaschinen werden im Allgemeinen Luftpumpen von $\frac{1}{4}$ des Dampfcylinder-Inhalts angewendet, und man vergrößert dieses Verhältniß bis zu $\frac{1}{3}$, wenn die Maschinen, wie bei den americanischen Dampfbooten, mit etwas höher gespannten Dämpfen arbeiten.

4) Der räumliche Inhalt des Condensators ist mindestens dem der Luftpumpe gleich.

5) Die Oeffnung der Klappe zwischen dem Condensator und der Luftpumpe beträgt $\frac{1}{4}$ von der Kolbenfläche der letzteren.

6) Die Quantität kalten Wassers, welches in den Condensator einzulassen ist, um die Condensation der Dämpfe zu bewirken, ist veränderlich je nach der Temperatur des kalten und des damit vermischten condensirten

Wassers. Diese Quantität von kaltem Wasser ist gleich dem 24- bis 28fachen Gewichte des von dem Dampfcylinder verbrauchten Dampfes, sobald die mittlere Temperatur des kalten Wassers 12° C. und die des Condensationswassers 38° C. beträgt, was bei doppeltwirkenden Niederdruckmaschinen meistens der Fall ist.

Sind diese Temperaturen andere, so dient zur Berechnung des erforderlichen Injectionswassers die Formel

$$P = \frac{p\,(500 + t - T)}{T - t'},$$

worin

P das Gewicht des kalten oder Injectionswassers,
p das Gewicht des in jeder Minute zu condensirenden Dampfes,
t dessen Temperatur,
t' die Temperatur des kalten Wassers und
T die des Condensationswassers

bedeutet.

Es sei z. B. die Temperatur des Dampfes im Dampfkessel t = 105° C., des Condensationswassers T = 38° (sie beträgt bei Niederdruckmaschinen in der Regel nicht mehr als 38° bis 40°), die Temperatur des kalten Wassers t' = 12°, das Gewicht des in jeder Minute in den Dampfcylinder tretenden, mithin zu condensirenden Dampfes p = 52 Pfund, so erhält man

$$P = \frac{52\,(550 + 105 - 38)}{38 - 12} = 1234 \text{ Pfd.}$$

in der Minute.

Watt rechnet bei seinen Niederdruckmaschinen im Allgemeinen auf 1 Theil verdampftes Wasser 28 Th. Condensationswasser von 12° C.

7) Die Oeffnung des Injectionshahnes muß

mindestens 0,051 □Zoll Fläche für die Pferdekraft haben; doch soll der Hahn so eingerichtet seyn, daß die Oeffnung bis zu 0,069 □Zoll pro Pferdekraft vergrößert werden kann.

8) Der Wasserspiegel im Speisebehälter soll circa 10 Fuß über der Oberfläche des Wassers im Kessel stehen.

Kaltwasserpumpe und Speisepumpe.

1) Der räumliche Inhalt der Kaltwasserpumpe, welche kaltes Wasser in das Reservoir des Condensators schafft, soll bei einer doppeltwirkenden Niederdruckmaschine den 18., mindestens den 24. Theil von dem des Dampfcylinders betragen. Sind höher gespannte Dämpfe zu condensiren, so muß der Inhalt der Pumpe aus dem nöthigen Condensationswasser berechnet werden. Hierbei ist der Inhalt meistens um $\frac{1}{4}$ größer anzunehmen, als ihn die Rechnung ergiebt.

2) Der räumliche Inhalt der Speisepumpe, welche einen Theil des condensirten Wassers in den Kessel zurückführt, soll mindestens $\frac{1}{210}$ oder $\frac{1}{240}$ von dem des Dampfcylinders betragen. Eine nach diesem Verhältniß angeordnete Speisepumpe kann weit mehr, nämlich ungefähr das Doppelte an Wasser, dem Kessel zuführen, als dieser in der nämlichen Zeit verdampft, was aus einleuchtenden Gründen nothwendig ist.

Dimensionen des Balanciers und Länge der Kurbel.

Nach Tredgold soll

1) die Länge des Balanciers (Entfernung der äußersten Gelenkachsen) das 3fache des Kolbenhubes betragen; oder nach Watt 3,0825 Mal so groß als dieser sein;

2) die senkrechte Höhe in der Mitte des Balanciers dem Durchmesser des Dampfcylinders, und zwar multiplicirt mit

0,86, wenn der Balancier von Gußeisen und $\frac{1}{12}$ dieser Höhe dick,

0,83, wenn der Balancier aus Schmiedeeisen und $\frac{1}{18}$ jener Höhe dick,

0,93, wenn derselbe von Holz, aber $\frac{1}{4}$ jener Höhe dick ist,

gleichgenommen werden.

3) Die Länge der Kurbel muß dem halben Kolbenhube gleich sein.

Drehungszapfen des Balanciers und die an seinem äußersten Ende befestigten Gelenkzapfen.

Nach Farey findet man den Durchmesser, welcher für die Drehungszapfen des Balanciers anzunehmen ist, indem man den Durchmesser des Dampfcylinders für gußeiserne Zapfen mit 0,16, den für schmiedeeiserne Zapfen mit 0,138 multiplicirt. In diesem Fall beträgt der Querschnitt gußeiserner Zapfen $\frac{1}{40}$ und schmiedeeiserner Zapfen $\frac{1}{53}$ von dem Querschnitte des Dampfcylinders. Die Länge dieser Zapfen soll ungefähr das 1,25fache ihres Durchmessers betragen.

Bei kleinen Maschinen macht man diese Zapfen gewöhnlich von Schmiedeeisen, bei größeren von Gußeisen.

Zur Bestimmung der Stärke der Zapfen, an welchen das Parallelogramm hängt, giebt Farey an daß man, um deren Durchmesser zu erhalten, den Durchmesser des Dampfcylinders mit 0,111 multipliciren soll, wenn die Zapfen aus Gußeisen, dagegen mit 0,096, wenn dieselben aus Schmiedeeisen sind; ihre Länge macht man ihrem Durchmesser gleich. Es

beträgt in diesem Falle für gußeiserne Zapfen, deren Querschnitt $\frac{1}{82}$ und für schmiedeeiserne Zapfen $\frac{1}{106}$ von dem Querschnitt des Dampfcylinders.

Um den Durchmesser des Körpers der Achsen zu erhalten, kann man im Allgemeinen den der Zapfen um $\frac{1}{10}$ vermehren.

Dimensionen der Kolbenstangen.

Die Kolbenstangen sind gewöhnlich von Schmiedeeisen, zuweilen auch von Stahl.

Die Kolbenstange des Dampfcylinders hat dem ganzen Drucke zu widerstehen, welcher auf die Fläche des Kolbens wirkt; sie muß also stark genug sein, um diesem Druck, ohne Gefahr zu brechen, widerstehen zu können. Ihre Stärke muß überdies größer sein, als der bemerkte Druck verlangt, um kein Verbiegen oder Stauchen derselben befürchten zu müssen.

Bei den Watt'schen doppeltwirkenden Maschinen giebt man der Kolbenstange des Dampfcylinders $\frac{1}{10}$ von dem Durchmesser des letzteren, oder man giebt ihr einen Querschnitt, welcher $\frac{1}{100}$ von der Kolbenfläche des Dampfcylinders beträgt. Diese Stärke entspricht einem Maximum des Druckes von 1225 bis 1250 Pfund auf den Quadratzoll dieser Fläche.

Farey giebt eine Regel zur Berechnung des Durchmessers der Kolbenstange an, welche, für Großherzogl. hess. Maß und Gewicht geltend, folgendermaßen lautet:

„Man multiplicire die Kolbenfläche, in □Zollen ausgedrückt, mit dem Druck des Dampfes auf den □Zoll in Pfunden, dividire das Product mit 1250 und ziehe aus dem erhaltenen Quotienten die Quadratwurzel, so erhält man den Durchmesser, welcher der Kolbenstange (wenn sie aus Schmiedeeisen gefertigt ist) zu geben ist, in Zollen.“

Für doppeltwirkende Niederdruckmaschinen giebt diese Formel nicht ganz $\frac{1}{16}$ des Kolbendurchmessers für den Durchmesser des Kolbens.

Zur Berechnung dieser Stärke für Maschinen, welche mit höherem Druck arbeiten, diene folgendes Beispiel als Anwendung der vorbemerkten Regel.

Beispiel. Der Durchmesser einer Dampfmaschine, welche mit 4 Atmosphären Druck arbeitet, betrage 16 Zoll; wie dick muß die schmiedeeiserne Kolbenstange sein? — Man hat, da 4 Atmosphären einem Druck von 51,65 Pfund auf den □Zoll entsprechen,

$$\sqrt{\frac{\frac{3,14}{4} \cdot 16^2 \cdot 51,65}{1250}} = 2,88 \text{ Zoll.}$$

Für Kolbenstangen aus Stahl ist der Durchmesser viel geringer; man erhält ihn, indem man den für Schmiedeeisen gefundenen mit 0,6 multiplicirt. Derselbe beträgt daher im vorstehenden Beispiel 1,73 Zoll.

Die vorstehende Regel gilt auch für die Kolbenstange der Luftpumpe, indem man sie dem Verhältniß des Querschnitts dieser Pumpe anpaßt und ferner annimmt, daß der Druck auf den □Zoll Kolbenfläche 12,5 Pfund, oder auf den Kreiszoll 9,81 Pfund beträgt. Auch kann diese Regel bei Bestimmung der Stärke der Achsen des Parallelogramms, welche die Kolbenstangen zu tragen haben, angewendet werden.

In der nachstehenden Tabelle IV sind nach der Regel von Farey die Durchmesser der Balancierzapfen, der Zapfen für das Parallelogramm, sowie die Dicke der Kolbenstangen des Dampfcylinders berechnet. Die Zahlen dieser Tabelle beziehen sich auf die in der Tabelle I angeführten Dimensionen des Dampfcylinders oder Dampfkolbens, und zwar für Maschinen von 1 bis zu 200 Pferdekraft. Zugleich

giebt die sechste und siebente Spalte der Tabelle die Durchmesser der schmiede- oder gußeisernen Zapfen der Schwungradwelle, welche die Kurbeln zur Erzeugung der rotirenden Bewegung trägt. Eine practische Regel zur Berechnung dieser Dimensionen werden wir übrigens weiter unten noch angeben.

Dimensionen der Bläulstange und ihrer Zapfen.

Nach Farey soll der Querschnitt der Bläulstange, wenn dieselbe aus Gußeisen ist und die Form der Fig. 24, Taf. XXXIX hat, in ihrer Mitte genommen, ungefähr $\frac{1}{28}$ von dem Querschnitte des Dampfcylinders und an den schwächsten Stellen, gegen die Enden hin, nur $\frac{1}{35}$ hiervon betragen. Bei diesem Verhältniß kann die Bläulstange einer Gewalt von dem 40fachen derjenigen, welcher sie wirklich ausgesetzt ist, widerstehen. Ihre Länge soll das 5- bis 6fache der Kurbellänge betragen.

Die Zapfen, welche das obere Ende der Bläulstange mit dem Balancier verbinden, erhalten denselben Durchmesser, wie diejenigen des andern Endes, welche die Kolbenstange tragen, und werden also wie jene berechnet. Die vierte und fünfte Spalte der Tab. IV dient daher auch dazu, diese Verhältnisse anzugeben. Das Nämliche ist der Fall mit der Stärke des Zapfens, welcher das untere Ende der Bläulstange mit der Kurbel verbindet.

Zapfen der Schwungradwelle.

Wie bereits bemerkt, enthalten die Spalten 6 und 7 der Tabelle IV die Durchmesser der Zapfen der Schwungrad- oder ersten Betriebswelle für Guß- und Schmiedeeisen; diese Durchmesser sind aus nachstehender Formel von Buchanan, nämlich

$$d = \sqrt[3]{\frac{C}{R} \cdot 400},$$

welche sich auf Gußeisen bezieht und worin d den Zapfendurchmesser in engl. Zollen (der engl. und Großh. hess. Zoll sind sehr nahe übereinstimmend), C die Anzahl der Pferdekräfte, welche die Welle fortpflanzen soll, R die Anzahl Umdrehungen der Welle in der Minute bedeutet, abgeleitet worden. Es ist klar, daß die Zapfen dieser Wellen den Wirkungen der Torsion, welche weit bedeutender als die zu tragende Last ist, widerstehen müssen, daß ihre Stärke also auf den Widerstand der Torsion berechnet werden mußte. Für längere Wellen kann man die Formel $d = \sqrt[3]{\frac{C}{R} \cdot 240}$ und für sehr lange Wellen $d = \sqrt[3]{\frac{C}{R} \cdot 100}$ oder $\frac{5}{4}$ des Durchmessers für kurze Wellen annehmen. Wellen von Gußeisen, deren Länge 12 Mal ihre Durchmesser überschreitet, erhalten Verstärkungsrippen. Ist die Welle aus Schmiedeeisen, so ist das Resultat dieser Formeln oder der nachstehenden aus ihnen berechneten Tabellen mit 0,963, für Wellen aus Eichenholz mit 2,238 und für solche aus Fichtenholz mit 2,06 zu multipliciren.

Erstes Beispiel. Welchen Durchmesser hat man den Zapfen einer gußeisernen Schwungradwelle zu geben, welche an ihrem Umfang vierzig Pferdekräfte fortpflanzen soll und 18 Umdrehungen in der Minute macht? Antwort:

$$d = \sqrt[3]{\frac{40}{18} \cdot 400} = \sqrt[3]{888} = 9,6 \text{ Zoll.}$$

Zweites Beispiel. Man verlangt den Durchmesser der Zapfen einer schmiedeeisernen Schwungrad

welle für eine 8pferdige Maschine, deren Welle 30. Umdrehungen in der Minute macht. Antwort:

$$d = \sqrt[3]{\frac{8}{30} \cdot 400} \cdot 0{,}963 = 4{,}8 \cdot 0{,}963 = 4{,}6 \text{ Zoll.}$$

Aus der angeführten Formel ersieht man, daß die Stärke dieser Zapfen dem Cubus ihrer Durchmesser proportional ist; ferner, daß die Durchmesser im umgekehrten Verhältniß der Cubikwurzeln der Geschwindigkeiten, womit sich die Wellen bewegen, und im geraden Verhältniß der Cubikwurzeln der am Umfange der Welle ausgeübten Kräfte stehen.

Nach der Formel $d = \sqrt[3]{\frac{C}{R} \cdot 400}$ ist die nachstehende Tabelle V für kurze und nach der Formel $d = \sqrt[3]{\frac{C}{R} \cdot 240}$ die Tabelle VI für längere Wellen aus Gußeisen, welche Drehung auszuhalten haben, berechnet, und sind oben bereits die Coefficienten angegeben, mit welchen die Zahlen dieser Tabellen zu multipliciren sind, wenn die Welle aus Schmiedeeisen oder aus Holz besteht.

Tabelle V.

Pferdekraft.	Zahl der Umdrehungen der Welle pro Minute.																	
	10	20	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105
	Durchmesser in englischen Zollen.																	
4	5,5	4,5	3,7	3,6	3,5	3,3	3,2	3,1	3,0	2,9	2,9	2,8	2,7	2,7	2,6	2,6	2,6	2,5
6	6,3	5,0	4,4	4,1	4,0	3,8	3,7	3,6	3,5	3,5	3,4	3,3	3,2	3,2	3,0	3,0	2,9	2,9
8	6,9	5,5	4,8	4,6	4,4	4,2	4,1	4,0	3,9	3,8	3,7	3,6	3,5	3,5	3,4	3,4	3,3	3,2
10	7,4	5,9	5,2	4,9	4,7	4,6	4,4	4,2	4,1	4,0	3,9	3,8	3,7	3,7	3,6	3,6	3,5	3,4
12	7,9	6,3	5,6	5,4	5,2	5,0	4,8	4,6	4,4	4,3	4,2	4,1	4,0	3,9	3,8	3,8	3,7	3,6
16	8,7	7,1	6,1	5,8	5,6	5,4	5,2	5,0	4,8	4,7	4,6	4,5	4,4	4,4	4,2	4,2	4,1	4,0
20	9,3	7,4	6,6	6,4	5,9	5,7	5,6	5,4	5,2	5,1	5,0	4,8	4,6	4,6	4,5	4,5	4,4	4,4
25	10,0	8,0	7,1	6,8	6,3	6,0	5,9	5,6	5,5	5,4	5,3	5,2	5,1	4,9	4,8	4,7	4,6	4,6
30	10,7	8,4	7,4	7,1	6,9	6,7	6,5	6,3	5,9	5,8	5,7	5,6	5,5	5,3	5,2	5,1	5,0	4,9
35	11,4	8,9	7,9	7,4	7,1	6,9	6,6	6,5	6,3	6,1	5,9	5,7	5,6	5,5	5,4	5,3	5,2	5,2
40	11,7	9,3	8,3	7,8	7,4	7,2	6,9	6,7	6,6	6,4	6,2	6,0	5,9	5 8	5,7	5,6	5,6	5,5
45	12,0	9,7	8,7	8,1	7,6	7,4	7,0	6,8	6,9	6,5	6,4	6,2	6,1	6,0	5,9	5,8	5,7	5,6
50	12,6	10,0	9,0	8,5	8,0	7,8	7,4	7,3	7,2	6,9	6,8	6,6	6,5	6,4	6,2	6,0	5,9	5,8
60	13,6	10,8	9,3	9,0	8,6	8,2	7,7	7,6	7,4	7,3	7,2	6,9	6,8	6,8	6,7	6,6	6,4	6,2

Tabelle VI.

Durchmesser der Welle.	Umdrehungen der Welle pro Minute.					
	5	10	20	30	40	50
engl. Zoll.	Pferdekraft.	Pferdekraft.	Pferdekraft.	Pferdekraft.	Pferdekraft.	Pferdekraft.
2	0,17	0,33	0,66	0,99	1,33	1,66
3	0,56	1,13	2,25	3,37	4,5	5,62
4	1,33	2,66	5,33	7,99	10,66	13,33
5	2,6	5,2	10,4	15,6	20,8	26,0
6	4,5	9,0	18,0	27,0	36,0	45,0
7	7,15	14,3	28,6	42,9	57,2	71,5
8	10,66	21,33	42,66	64,0	85,0	106,6
10	20,83	41,66	83,33	125,0	166,0	208,3
12	36,00	72,00	144,0	216,0	288,0	360,0
14	63,83	127,66	255,33	383,0	510,0	638,3
16	85,33	170,66	341,33	512,0	682,0	853,3

Aus der nachstehenden Tabelle VII. wird man sich überzeugen, in wieweit die vorstehende Regel Vertrauen verdient; dieselbe enthält nämlich die genauen Dimensionen der Schwungradwellen mehrerer, von verschiedenen Ingenieurs ausgeführter Dampfmaschinen nebst den berechneten Resultaten.

(Siehe die hinten folgende Tabelle VII.)

Schwungräder.

Nach Morin erhält man das Gewicht des Schwungrades für Niederdruckmaschinen durch die Formel (in Großh. Hess. Maß und Gewicht ausgedrückt):

$$P = \frac{148640 \cdot n}{m V^2} N^{*}), \text{ worin}$$

P das Gewicht des Schwungradkranzes in Pfunden,
V die Geschwindigkeit der mittleren Peripherie des Kranzes pro Secunde in Fußen,
m die Zahl der Umdrehungen in der Minute,
N die Kraft der Maschine in Pferdekräften (600 Fußpf. Hess.),
n eine Zahl, welche je nach dem Grade der Regelmäßigkeit, mit welchem die Maschine arbeiten muß, verschieden ist.

Man macht
n = 20 bis 25 für Maschinen in Fabriken, wobei eine große Regularität nicht nöthig ist, z. B. bei Wasserhebrädern, Pumpen**);

*) Für metrisches Maß und Gewicht ist dieselbe

$$P = \frac{4645\ n}{m\ V^2} N.$$

**) Wenn eine Dampfmaschine zum Betrieb einer Mahl-

$n = 35$ bis 40 bei Maschinen in Baumwollenspinnereien, wo Garne von 40 bis 60 gesponnen werden;

$n = 50$ bis 60 in Spinnereien, wo man sehr hohe Nummern spinnt.

Beispiel. Wie schwer muß das Schwungrad einer Niederdruckdampfmaschine von $N = 40$ Pferdekraft sein, wobei das Schwungrad 18 bis 20 Umdrehungen in der Minute macht? Die Maschine treibt eine Spinnerei (in Logelbach bei Colmar), worin Garne von Nr. 40 bis 60 gesponnen werden (also $n = 35$ bis 40). Der Durchmesser der mittleren Kranzperipherie ist 24,4 Fuß; bei $m = 19$ Umdrehungen in der Minute beträgt die Geschwindigkeit in der Secunde

$$V = \frac{3{,}14 \cdot 24{,}4 \cdot 19}{60} = 24{,}24 \text{ Fuß}.$$

Setzt man diese Werthe in obige Formel, so erhält man

$$P = \frac{148640 \cdot 35}{19 \cdot 24{,}24^2} \cdot 40 = 18639 \text{ Pfund}.$$

(Die Ingenieurs haben dem Schwungradkranze dieser Maschine ein Gewicht von 18900 Pfund gegeben).

---

mühle mit mehreren Gängen bestimmt ist, so ist es von großer Wichtigkeit, daß die Geschwindigkeit des Schwungrades in seiner mittleren Kranzperipherie größer sei, als die Geschwindigkeit der Mühlsteine, indem im anderen Fall die letzteren Störungen im Maschinenbetrieb und Unglücksfälle herbeiführen können. In einer amerikanischen Mühle zu Perrache bei Lyon, wo das Schwungrad der Dampfmaschine nicht auf der Maschinenwelle selbst befestigt ist, beträgt die Geschwindigkeit an der mittleren Kranzperipherie nicht weniger als 44 Fuß in der Secunde, während die der Mühlsteine höchstens 34 Fuß beträgt. Diese Maschine zeichnet sich durch einen vorzüglich sanften und regelmäßigen Gang aus.

Anderes Beispiel. Bei der Maschine von St. Ouen bei Paris beträgt der mittlere Durchmesser des Schwungradkranzes 25,7 Fuß; derselbe macht $m = 18$ Umdrehungen in der Minute. Die effective Kraft der Maschine ist $N = 40$ Pferden, und da dieselbe ein großes Wasserschöpfrad betreibt, welches an sich schon eine Regelmäßigkeit der Bewegung erzeugt, so genügt es vollständig, $n = 20$ anzunehmen. Aus den Werthen für den Durchmesser des Schwungrades und der Zahl der Umdrehungen in der Minute berechnet sich die Geschwindigkeit des ersten in der Secunde $V = 24{,}22$ Fuß und die Formel.

$$P = \frac{148640 \,.\, 20}{18 \,.\, 24{,}22^2} \,.\, 40 = 11261 \text{ Pfund.}$$

Die Ingenieurs haben dem Schwungrade dieser Maschine ein Gewicht von 10400 Pfund gegeben.

Das Gewicht der Speichen des Schwungrades und seiner Nuß hat keinen bemerkenswerthen Einfluß auf die Resultate, sowie überhaupt hier nur von einer ungefähren und durchschnittlichen Gewichtsbestimmung die Rede sein kann, wegen der momentanen Aenderungen in der Kraftäußerung solcher Maschinen.

Nach Farey soll der Durchmesser des Schwungrades einer Niederdruckmaschine das 3- bis 4fache von der Länge des Kolbenhubs betragen; eine 4fache Länge desselben ist eine sehr gewöhnlich angenommene, wenn nämlich das Schwungrad auf der Kurbelwelle sitzt. In allen letztbemerkten Fällen soll im Allgemeinen die Geschwindigkeit des Schwungrades in seiner mittleren Peripherie 24 bis 28 Fuß in der Secunde betragen. Man kann daher hiernach jederzeit den erforderlichen Durchmesser bestimmen, so daß eine gegebene Geschwindigkeit erzeugt wird, wenn man die Zahl der Umdrehungen, welche das Schwungrad in der Minute machen soll, kennt.

Man hat keine bestimmte Regel über das Verhältniß der Breite und Dicke des Schwungradkranzes. Zuweilen beträgt die Breite, parallel mit der Rotationsachse gemessen, $\frac{1}{3}$ der Dicke, gemessen in der Richtung des Halbmessers; manchmal ist dieses Verhältniß nur = $\frac{1}{2}$. In allen Fällen giebt das Product aus diesen beiden Dimensionen den Querschnitt des Kranzes und das Product aus diesem Querschnitt in die mittlere Kranzperipherie den körperlichen Inhalt desselben. Multiplicirt man dieses Volumen, in Cubikzollen ausgedrückt, mit dem specifischen Gewichte des Gußeisens oder dem absoluten Gewicht eines Cubikzolls desselben — welches zu 7,2 Loth angenommen werden kann — so erhält man das Totalgewicht des Schwungradkranzes in Lothen, sowie durch Division mit 32 in Pfunden. Kennt man umgekehrt das Gewicht des Schwungradkranzes, welches nach obiger Formel berechnet werden kann, drückt dasselbe in Lothen aus und dividirt durch 7,2, so erhält man den körperlichen Inhalt in Cubikzollen und durch Division desselben mit der mittleren Kranzperipherie, diese in Zollen ausgedrückt, den Querschnitt des Schwungradkranzes in □Zollen.

Regulator.

Um die senkrechte Entfernung der Aufhängepuncte des Regulators von einer durch die Mittelpuncte der Kugeln gelegten Horizontalebene zu finden, dividire man die Zahl 35791 durch das Quadrat der Zahl, welche die Anzahl der Umdrehungen in der Minute angiebt, so erhält man die gesuchte Entfernung in Großh. Hess. Zollen.

Beispiel. Wie groß ist die senkrechte Entfernung, wenn ein Regulator mit einer Geschwindigkeit

von 40 Umdrehungen in der Minute sich bewegt? — Man hat hierfür

$$\frac{35791}{40^2} = \frac{35791}{1600} \doteq 22{,}35 \text{ Zoll.}$$

Zur Vermeidung dieser Berechnung dient die nachstehende Tabelle VIII., und zwar enthält

die erste Spalte derselben die Anzahl der Umdrehungen des Regulators in der Minute, und zwar von 25 bis 67, welche Geschwindigkeiten in der Praxis am gewöhnlichsten vorkommen;

die zweite Spalte giebt die Quadrate dieser Zahlen;

die dritte Spalte die entsprechenden senkrechten Höhen des Regulators, d. h. die senkrechte Entfernung der Aufhängepuncte der Arme von einer durch die Mittelpuncte der Kugeln gelegten Horizontalen, in Zollen ausgedrückt;

die vierte Spalte zeigt die Unterschiede dieser senkrechten Höhen für die aufeinander folgenden Umdrehungszahlen. (Wenn z. B. ein Regulator 34 Umdrehungen pro Minute macht und es erhebt sich diese Geschwindigkeit auf 35, so steigt die Hülse, welche mittelst der Verbindungshebel die Bewegung der Drosselklappe bewirkt, um 1,74 Zoll, und wenn im Gegentheil jene Geschwindigkeit auf 33 Umdrehungen pro Minute fällt, so wird die bemerkte Hülse um 1,9 Zoll herabsinken.)

Die fünfte Spalte zeigt die Länge der Regulatorarme, welche den in der dritten Spalte bemerkten Höhen entspricht, wenn man annimmt, daß diese Arme, wie dies in der Praxis ge-

wöhnlich der Fall ist, mit der senkrechten Achse einen Winkel von 30° machen.

In der sechsten Spalte sind endlich die entsprechenden Entfernungen der Mittelpuncte der Kugeln von der Regulatorachse, bei Annahme des vorbemerkten Neigungswinkels, oder, mit anderen Worten, die Halbmesser der von den Kugeln beschriebenen Kreise angegeben.

Tabelle VIII.

enthaltend die Dimensionen der Arme und die Geschwindigkeit der Kugeln von Centrifugalregulatoren.

Anzahl der Umdrehungen in der Minute.	Quadrat der Anzahl der Umdrehungen in der Minute.	Senkrechte Höhe des Regulators in Zollen.	Unterschied dieser Höhen für eine Umdrehung.	Länge der Arme unter einem Winkel v. 30°*).	Umfang des Kreises der Kugeln unter einem Winkel von 30°.
25	625	57,264		66,112	33,056
26	675	52,944	4,320	61,120	30,560
27	729	49,096	3,848	56,680	28,340
28	784	45,652	3,444	52,704	26,352
29	841	42,556	3,096	49,128	24,564
30	900	39,768	2,788	45,912	22,956
31	961	37,240	2,528	42,984	21,492
32	1024	34,952	2,288	40,348	20,172
33	1089	32,864	2,088	37,940	18,968
34	1156	30,960	1,904	35,744	17,852
35	1225	29,216	1,744	33,728	16,864
36	1296	27,616	1,600	31,880	15,940
37	1369	26,144	1,472	30,184	14,092
38	1444	24,780	1,364	28,612	15,304
39	1521	23,528	1,252	27,164	13,380
40	1600	22,368	1,160	25,824	12,912
41	1681	21,280	1,088	24,580	12,288

*) Unterm Winkel von 30° ist die Centrifugalkraft die nämliche für alle senkrechten Höhen des Regulators.

Anzahl der Umdrehungen in der Minute.	Quadrat der Anzahl der Umdrehungen in der Minute.	Senkrechte Höhe des Regulators in Zollen.	Unterschied dieser Höhen für eine Umdrehung.	Länge der Arme unter einem Winkel von 30°.	Umfang des Kreises der Kugeln unter einem Winkel von 30°.
42	1764	20,288	0,992	23,376	11,688
43	1849	19,356	0,932	23,344	11,172
44	1936	18,484	0,872	21,340	10,668
45	2025	17,672	0,812	20,404	10,200
46	2115	16,912	0,760	19,524	9,760
47	2209	16,200	0,712	18,700	9,348
48	2304	15,532	0,668	17,732	8,964
49	2401	14,904	0,628	17,208	8,604
50	2500	14,316	0,588	16,528	8,046
51	2601	13,760	0,556	15,884	7,940
52	2704	13,236	0,524	15,280	7,640
53	2809	12,740	0,496	14,708	7,352
54	2916	12,276	0,464	14,168	7,084
55	3025	11,832	0,444	13,656	6,808
56	3136	11,412	0,420	13,176	6,588
57	3249	11,016	0,396	12,716	6,356
58	3364	10,636	0,380	12,280	6,140
59	3481	10,280	0,356	11,868	5,932
60	3600	9,940	0,340	11,476	5,736
61	3721	9,616	0,324	11,104	5,552
62	3844	9,308	0,308	10,748	5,372
63	3969	9,016	0,292	10,408	5,204
64	4096	8,736	0,280	10,084	5,040
65	4225	8,468	0,268	9,776	4,888
66	4356	8,216	0,252	9,484	4,740
67	4489	7,972	0,244	9,204	4,600

[illegible]

ors mit derjenigen der Maschine in constantem Verhältniß bleibt.

Zur Vergleichung der im Vorstehenden mitgetheilten Regeln mit den bei einer ausgeführten Maschine in Wirklichkeit angewendeten Dimensionen lassen wir, nach **Armengaud**, eine specielle Nachweisung der letzteren in Bezug auf sämmtliche Constructionstheile der Maschine folgen, indem solche praktische Anhaltspuncte den Mechanikern bei vorkommenden Ausführungen immer von großer Wichtigkeit sind. Diese Nachweisung bezieht sich auf eine nach dem letzten System von **Watt** erbaute doppeltwirkende Niederdruckmaschine von 40 Pferdekraft, welche zu St. Ouen bei Paris im Betrieb ist und von der engl. Maschinenbauanstalt von **Hick** und **Rothwell** in Bolton im Jahr 1827 dahin geliefert wurde. Diese in allen Theilen ausgezeichnet gut und schön gebaute Maschine dient zur Bewegung eines großen hydraulischen Rades mit geneigten Schaufeln, welches das Wasser aus der Seine auf 12 bis 16 Fuß Höhe erhebt, um es in ein großes Bassin von 8800 □Klaftern Fläche zu ergießen.

Diese Maschine wurde für eine effective Kraft von 40 Pferden von den Erbauern geliefert, leistet aber in Wirklichkeit, wenn man ihre Kraft mit der gehobenen Wassermasse vergleicht, 47,8 Pferdekraft. Sie wird durch zwei Dampfkessel gespeis't, welche durch ein starkes gußeisernes Rohr mit einander in Verbindung gesetzt sind und von denen jeder einzelne groß und stark genug ist, um eine Maschine von mindestens 20 Pferdekraft zu speisen. Ein dritter Kessel dient zur Reserve. Ihre Form ist die bekannte **Watt**'sche

für Niederdruckmaschinen (sogen. Wagenkessel); der untere Theil, der Boden, sowie die beiden langen Seiten sind schwach concav, der obere Theil halbcylindrisch.

Dimensionen der Haupttheile der Maschine.

Der Kessel *).

Länge im Lichten 22 Fuß. — Lichte Weite am untern Theil 5,88 Fuß. — Ganze Höhe 8,4 Fuß. — Höhe bis zum Wasserniveau 5,4 Fuß. — Der directen Wirkung des Feuers ausgesetzte Fläche 5,2 · 22 = 114,4 Quadratfuß. — Geheizte Seitenflächen 2 · 5,4 · 22 = 237,6 Q.-F. — Ganze feuerberührte Fläche 352 Q.-F. — Feuerberührte Fläche für jede Pferdekraft $\frac{352}{20}$ = 17,6 Q.-Fuß. — Wassermenge 636 Cubikfuß. — Dampfraum 333,3 Cub.-Fuß. — Dampfraum für jede Pferdekraft 16,660 Cub.-Fuß. — Räumlicher Inhalt des ganzen Kessels 969,3 Cub.-F. — Rauminhalt pro Pferdekraft $\frac{969,3}{20}$ = 48,460 Cub.-F. — Verhältniß des Dampfraumes zum ganzen Kesselraum 0,344 : 1. —

Sicherheitsventil.

Querschnitt des Rohres, welches das Sicherheitsventil trägt, 20 Q.-Zoll. — Dampfdruck auf

*) Die in Betreff des Kessels und der dazu gehörigen Theile angegebenen Dimensionen beziehen sich auf einen Kessel von 20 Pferdekraft. Bei der Kraftberechnung der Maschine kommen also zwei solcher Kessel, in ihrer Zusammenwirkung, in Betracht.

1 Q.=Zoll des Sicherheitsventiles 15 Pf. — Dampfdruck auf die ganze Fläche des Ventils 300 Pf. —

Rost und Feuerraum.

Länge des Rostes 4,86 F. — Breite des Rostes 4,72 F. — Totalfläche des Rostes 22,93 Q.=F. — Fläche pro Pferdekraft 1,146 Q.=F. — Höhe des Aschenraumes 4,72 F.

Schornstein und Feuercanäle.

Seite des quadrat. Querschnittes am untern Theil des Schornsteines, im Lichten, für die 40pferdige Maschine 4,28 F. — Fläche dieses Querschnittes 18,32 Q.=F. — Dessen Flächeninhalt pro Pferdekraft 0,458 Q.=F. — Seite des quadrat. Querschnittes am oberen Ende des Schornsteines 2,72 F. — Fläche dieses Querschnittes 7,398 Q.=F. — Dessen Fläche pro Pferdekraft 0,185 Q.=F. — Ganze Höhe des Schornsteines 104 F. — Weite der Feuercanäle 1,4 F. — Mittlere Höhe derselben 4,48 F. — Deren Querschnitt 6,272 Q.=F. — Verhältniß des Querschnittes der Feuerzüge zur Rostfläche 0,273 : 1.

Dampfrohr, welches den Dampf aus den Kesseln zur 40pferdigen Maschine leitet.

Lichte Weite 7,6 Zoll. — Querschnitt 45,28 Q.=Zoll. — Verhältniß dieses Querschnittes zu dem des Dampfcylinders 0,049 : 1. — Fläche des Querschnittes pro Pferdekraft 1,136 Q.=Zoll. — Breite der Eintrittsöffnungen des Dampfes in den Cylinder 14,32 Zoll. — Deren Höhe 3,4 Zoll. — Fläche jeder dieser Oeffnungen 48,00 Q.=Zoll. — Verhältniß dieser Fläche zum Querschnitt des Dampfcylinders

0,052 : 1. — Fläche der genannten Oeffnungen pro Pferdekraft 1,20 Q.-Zoll.

Dampfcylinder und Kolben.

Cylinderweite im Lichten 3,424 Fuß. — Dessen Querschnitt 9,208 Q.-F. — Derselbe pro Pferdekraft 0,230 Q.-F. — Höhe des Dampfcylinders im Lichten 8,48 F. — Länge des Kolbenhubes 7,38 F. — Zahl der Doppelhübe in der Minute 18. — Geschwindigkeit des Kolbens in der Minute 265,9 F. — Dampfverbrauch in der Minute (aus dem Kolbenhub berechnet) 2447,808 Cub.-F. — Dampfverbrauch pro Pferdekraft in der Minute 61,195 Cub.-F. — Gewicht des in der Minute erzeugten Dampfes oder verdampften Wassers 52,322 Pfund. — Verdampfte Wassermenge pro Pferdekraft 1,307 Pf. — Durchmesser der Kolbenstange 3,64 Zoll. — Querschnitt derselben 10,4 Q.-Zoll. — Verhältniß dieses Querschnittes zu dem des Dampfcylinders 0,0113 : 1.

Balanciers und Parallelogramm.

Länge des Balanciers oder Entfernung der äußersten Achsenpuncte 21,952 F. — Halbe Länge desselben 10,976 F. — Höhe in der Mitte 3,31 F. — Höhe an den Enden 1,08 F. — Dicke innerhalb der Rippen 1,8 Zoll. — Breite der abgerundeten Rippen an Umfang 4,28 Zoll. — Dicke der horizontalen Rippe in der Mitte 1,32 Zoll. — Ganze Breite dieser Rippe gegen die Mitte 14,4 Zoll. — Ganze Breite dieser Rippe gegen die Enden 9,12 Zoll. — Verhältniß der Höhe in der Mitte des Balanciers zum Durchmesser des Dampfcylinders 0,967 : 1. — Verhältniß der Dicke, innerhalb der Rippen, zur Höhe in der Mitte 0,054 : 1. — Durchmesser der

Endzapfen des Balanciers 7,08 Zoll. — Deren Länge 7,6 Zoll. — Durchmesser der Balancierwelle im Körper 7,48 Zoll. — Deren Querschnitt in der Mitte 44 Q.-Zoll. — Ganze Länge der Balancierwelle 5,192 F. — Zapfendurchmesser dieser Welle 6,24 Zoll. — Länge dieser Zapfen 8 Zoll. — Querschnitt dieser Zapfen 30,56 Q.-Zoll. — Verhältniß dieses Querschnittes zu dem des Dampfcylinders 0,033 : 1. — Länge der Bügel, welche das eine Ende des Balanciers mit der Kolbenstange verbinden, von Mitte zu Mitte, 31 Zoll. — Breite dieser Bügel aus Schmiedeeisen 3 Zoll. — Eisenstärke zu beiden Seiten 0,88 Zoll. — Ganzer Querschnitt hiervon auf beiden Seiten 5,28 Q.-Zoll. — Verhältniß dieses Querschnittes zu dem des Dampfcylinders 0,0057 : 1. — Länge der anderen Bügel, welche die Kolbenstange der Luftpumpe tragen, 30,9 Zoll Breite im Eisen 2,2 Zoll. — Dicke im Eisen 0,72 Zoll. — Querschnitt jedes dieser Bügel, mit Inbegriff der beiden Seiten 3,2 Q.-Zoll. — Länge der runden schmiedeeisernen Lenkstangen (¼ der Länge des Balanciers) 5,488 Fuß. — Deren Durchmesser 1,44 Zoll. — Querschnitt eines jeden derselben 1,6 Q.-Zoll. — Durchmesser der Zapfen, welche die erstbenannten Bügel mit der Kolbenstange des Dampfcylinders verbinden, 4 Zoll. — Länge dieser Zapfen 4 Zoll. — Querschnitt eines jeden dieser Zapfen 12,56 Q.-Z. — Verhältniß dieses Querschnittes zu dem des Dampfcylinders 0,0136 : 1. — Durchmesser der Zapfen, welche die zweitgenannten Bügel mit der Kolbenstange der Luftpumpe verbinden, 2,24 Zoll. — Deren Länge am Balancier 3 Zoll. — Länge der unteren Zapfen 2,32 Zoll. — Querschnitt jedes dieser Zapfen 4 Q.-Zoll.

Luftpumpe und Condensator.

Lichte Weite der Luftpumpe 2,4 Fuß. — Deren Querschnitt 4,523 Quadratfuß. — Deren Kolbenhub (halber Hub des Dampfcylinders) 3,69 Fuß. — Volumen des mit Luft gemengten Wassers, welches durch die Luftpumpe bei jeder Kurbelumdrehung gehoben werden kann, im Maximum 16,704 Cubikfuß. — Verhältniß dieses Volumens zu dem eines Doppelhubes im Dampfcylinder 0,123 : 1. — Durchmesser des Condensators 2,4 Fuß. — Dessen Höhe 4,56 F. — Dessen räumlicher Inhalt 20,672 Cubikfuß. — Durchmesser der Kolbenstange der Luftpumpe 2,6 Zoll. — Deren Querschnitt 5,28 Q.-Zoll. — Verhältniß dieses Querschnittes zu dem der Luftpumpe 0,0117 : 1.

Communicationsöffnungen der Luftpumpe mit dem Condensator und dem Entleerungsbehälter.

Länge dieser Oeffnungen 17,88 Z. — Breite oder Höhe derselben 6,2 Zoll. — Flächeninhalt jeder dieser Oeffnungen 110,88 Q.-Zoll. — Verhältniß dieses Querschnittes zu dem des Condensators und der Luftpumpe 0,245 : 1. —

Speise- oder Warmwasserpumpe.

Lichte Weite der Speisepumpe 4,12 Zoll. — Deren Querschnitt 13,28 □Zoll. — Kolbenhub 21,6 Zoll. — Wasser-Volumen, welches diese Pumpe bei jeder Kurbelumdrehung fördern kann, im Maximum 286,720 Cub.-Zoll. — Wassermenge in der Minute 5,120 Cub.-Fuß. — Wassermenge in der Minute pro Pferdekraft 128 Cub.-Zoll (die Pumpe kann daher, bei gutem Gange, wenigstens das Dop-

pelte des zum Ersatze des verdampften Wassers erforderlichen Quantums in den Dampfkessel pumpen). — Durchmesser der Kolbenstange der Speisepumpe 1,08 Zoll. — Querschnitt derselben 0,912 Q.-Zoll. — Durchmesser des Zapfens am Balancier, an welchem diese Kolbenstange angehängt ist, 2 Zoll. — Querschnitt dieses Zapfens 3,136 Q.-Zoll. — Dessen Länge 2,52 Zoll.

Kaltwasserpumpe.

Durchmesser dieser Pumpe 10,2 Zoll. — Deren Querschnitt 81,76 Q.-Zoll. — Deren Kolbenhub (Hälfte des Dampfcylinders) 3,69 Fuß. — Breite der Oeffnung zum Eintritt des Wassers 9,8 Zoll. — Deren Höhe 4,2 Zoll. — Wasser-Volumen, welches diese Pumpe bei jeder Kurbelumdrehung in den Behälter des Condensators schaffen kann, im Maximum 3,021 Cub.-Fuß. — Durchmesser der Kolbenstange dieser Pumpe 1,76 Zoll. — Querschnitt derselben 2,4 Q.-Zoll. — Durchmesser der Zapfen, welche diese Stange mit dem Balancier verbinden, 2,24 Zoll. — Deren Querschnitt 4 Q.-Zoll. — Deren Länge 2,96 Zoll.

Recipient der Kaltwasserpumpe.

Lichte Weite desselben 3,5 Fuß. — Höhe des cylindrischen Theils derselben 5,82 Fuß. — Dessen Rauminhalt 56 Cub.-Fuß. — Ganzer Rauminhalt desselben, mit Einschluß des halbkugelförmigen Theils, 78,4 Cub.-Fuß. — Lichte Weite des Rohres, welches mit diesem Recipienten communicirt, 7,6 Zoll. — Entfernung seiner Achse von der der Pumpe 5,26 F. —

Bläulstange und Kurbel.

Länge der Bläulstange von Achse zu Achse 21,28 Fuß. — Durchmesser ihrer cylindrischen Enden 6,7 Zoll. — Deren Durchmesser in der Mitte 14,88 Zoll. — Dicke der Rippen 1,08 Zoll. — Querschnitt in der Mitte 52,64 Q.=Zoll. — Verhältniß dieses Querschnittes zu dem des Cylinders 0,0567 : 1. — Querschnitt an den Enden 35,04 Q.=Zoll. — Verhältniß dieses Querschnittes zu dem des Cylinders 0,038 : 1. — Durchmesser der Zapfen, welche die Bläulstange mit dem Balancier verbinden, 4 Zoll. — Deren Länge 4 Zoll. — Querschnitt dieser Zapfen 12,56 Q.=Zoll. — Verhältniß dieses Querschnittes zu dem des Cylinders 0,0136 : 1. — Länge der Kurbel von Achse zu Achse 3,69 Fuß. — Aeußerer Durchmesser des Kerns 2,43 Fuß. — Dessen Länge 9,2 Zoll. — Durchmesser der Oeffnung, in welche die Maschinenwelle paßt, 12 Zoll. — Durchmesser des Auges der Kurbel 12,4 Zoll. — Durchmesser der Oeffnung 5,2 Zoll. — Deren Länge 7 Zoll. — Durchmesser des Zapfens, welcher die Kurbel mit der Bläulstange verbindet, 4,32 Zoll. — Dessen Länge 7 Zoll. — Dessen Querschnitt 14,72 Q.=Zoll. — Verhältniß dieses Querschnittes zu dem des Cylinders 0,016 : 1.

Kurbel= oder Schwungradwelle.

Ganze Länge dieser Welle 11,6 Fuß. — Entfernung der Lagerfutter von Mitte zu Mitte 7,94 Fuß. — Durchmesser des Körpers der Welle 11,2 Zoll. — Querschnitt 98,56 Q.=Zoll. — Durchmesser der Zapfen 10,2 Zoll. — Deren Länge 12,3 Zoll. — Deren Querschnitt 81,76 Q.=Zoll. — Dicke der La=

ger, welche die Wellzapfen aufnehmen, 0,96 Zoll. — Dicke des Lagerdeckels aus Gußeisen 2,64 Zoll. — Durchmesser der vier Schrauben des Lagers 0,84 Zoll. — Breite der Fußplatte 12,6 Zoll. — Deren Länge 38,9 Zoll. — Höhe des Mittelpunctes des Lagers über der Fußplatte 11,2 Zoll. — Dicke der letzteren 2,4 Zoll. — Durchmesser der beiden Schrauben, welche das Lager auf der Unterplatte befestigen, 1,68 Zoll. —

Schwungrad.

Aeußerer Durchmesser des Schwungrades 26,93 Fuß. — Breite des Kranzes 12,2 Zoll. — Dessen Dicke 4,68 Zoll. — Mittlerer Durchmesser des Kranzes 25,7 Fuß. — Dessen Querschnitt 57,12 Q.-Z. — Berechnetes Gewicht des Schwungrades 10368 Pfd. — Geschwindigkeit an der mittleren Kranzperipherie in der Secunde 24,23 Fuß. — Durchmesser der Scheibe oder Nuß 5,51 Fuß. — Anzahl der Speichen 8. — Länge der Nuß 12,6 Zoll. — Durchmesser der Oeffnung 11,2 Zoll. — Kraft des Schwungrades bei einer halben Umdrehung 76720 Fußpfund. — Verhältniß der Kraft des Schwungrades zu der der Maschine 3,196 : 1.

Wir fügen den vorstehenden Details über die Dampfmaschine zu St. Ouen noch die Dimensionsverhältnisse des von ihr betriebenen hydraulischen Rades (welches als Wasserhebwerk dient), sowie der zur Fortpflanzung der Bewegung angeordneten Zahnräder bei, da dieselben in Bezug auf letztere dem Mechaniker gleichfalls Anhaltspuncte liefern können.

Durchmesser des Theilkreises des Triebrades, welches auf dem Ende der Kurbelwelle der Dampfmaschine befestigt ist, 4,22 Fuß. — Zahl der Zähne

32. — Breite der Zähne, parallel zur Achse, 12,6 Zoll. — Dicke der Zähne, im Theilkreis, 2 Zoll. — Theilung 4,12 Zoll. — Durchmesser des Theilkreises des großen Zahnrades, welches am hydraulischen Rad befestigt und durch das vorbemerkte Triebrad in Bewegung gesetzt wird, 26,88 Fuß. — Anzahl der Segmente, aus denen dieses Zahnrad zusammengesetzt ist, 12. — Aeußerer Durchmesser des hydraulischen Rades 42,4 Fuß. — Durchmesser der gußeisernen Kränze, welche die Schaufeln tragen, 30,9 Fuß. — Breite der Schaufeln, parallel zur Achse, 4,84 F. — Tiefe der Zellen 7,3 Fuß. — Anzahl der Zellen 36. — Fläche einer Schaufel 35,328 Q.-Fuß. — Winkel, welchen die Schaufeln mit der Tangente an dem Radkranze bilden, 60°.

An die vorstehenden Details über die doppeltwirkende Niederdruckmaschine zu St. Ouen schließen wir, gleichfalls nach Armengaud, noch die Resultate und Dimensionen der hauptsächlichsten Theile einer zweiten, gleichfalls doppeltwirkenden Maschine mit Niederdruck, ohne Expansion, nämlich der großen Dampfmaschine zu Marly bei Paris, an. Diese Maschine wurde vor ungefähr 18 Jahren in den Werkstätten zu Creusot erbaut und verdient wegen ihrer vortrefflichen Construction und Ausführung das größte Lob. Die Maschine dient dazu, Wasser aus der Seine in große Reservoirs zu heben, aus welchen die berühmten Wasserkünste von Versailles gespeist werden. Das Wasser wird in einer ununterbrochenen Röhrenleitung auf eine senkrechte Höhe von 632 Fuß gehoben und durchläuft hierbei eine Länge von 4200 Fuß, um auf der Höhe in Aquäducte aus Hausteinen und von da in die großen Reservoirs abzufließen. Die Quantität des gehobenen Wassers beträgt 102400 bis 107520 Kubikfuß in 24 Stunden und die während dieser Zeit verbrauchte Kohlenmenge

154 bis 160 Ctr. Die Maschine setzt acht Saug- und Druckpumpen und eine kräftige Saugpumpe in Bewegung.

Durchmesser des Dampfcylinders 4,55 Fuß. — Kolbenfläche 16,24 Quadratfuß. — Kolbenhub 7,80 Fuß. — Anzahl der Doppelhübe in der Minute 14. — Geschwindigkeit des Kolbens in der Minute 218,29 Fuß. — Dampfdruck im Kessel 36 Zoll Quecksilber. — Derselbe auf den Quadratzoll Fläche 15 Pfd. — Verbrauchte Dampfmenge in der Minute (aus dem Kolbenhub berechnet) 3527 Cubikfuß. — Effective Kraft der Maschine, an der Kurbelwelle, 64 Pferdekraft*). — Hieraus abgeleiteter effectiver Dampfdruck auf den Kolben pro Quadrat-Zoll 6,47 Pfund. — Dampfverbrauch in der Minute pro Pferdekraft 55,104 Cubikfuß. — Kohlenverbrauch pro Stunde und effective Pferdekraft im Mittel 10 Pfd. — Durchmesser der Luftpumpe 3,13 Fuß. — Deren Kolbenhub 4,81 Fuß. — Durchmesser des Condensators 3,17 Fuß. — Dessen ganze Höhe 8,69 Fuß. — Durchmesser der Kolbenstange des Dampfcylinders 3,76 Zoll. — Durchmesser des Körpers der Balancierwelle 8,64 Zoll. — Durchmesser des Körpers der Kurbelwelle 8,64 Zoll. — Durchmesser der Röhrenleitung im Lichten 10,8 Zoll. — Durchmesser der beiden gleichen Röhrenleitungen, welche in der Hauptleitung sich vereinigen, 7,6 Zoll.

---

*) Wenn man die effective Kraft der Maschine an der Hauptwelle, mit der wirklich geleisteten Arbeit, aus der gehobenen Wassermenge berechnet, vergleicht, so kann man leicht sehen, daß diese Arbeit ungefähr 39 Pferdekraft entspricht, daß also der Unterschied von 25 Pferden zur Bewegung der 8 Pumpen und zur Ueberwindung des Widerstandes, welchen das Wasser in der Röhrenleitung findet, verwendet werden.

Berechnung der Kraft, sowie des Dampf- und Brennstoffverbrauches von Dampfmaschinen mit Mittel- und Hochdruck, mit und ohne Expansion.

Ueber die Ersparnisse an Brennstoff, welche die Anwendung der Expansion bei Dampfmaschinen bewirken kann, haben wir bereits im Anfange dieses Abschnittes gesprochen, und die nachfolgenden Mittheilungen werden dazu dienen, die dort erwähnten Vortheile der Expansion zu bestätigen. Wir wiederholen hier übrigens, daß der Zweck jeder Expansionsvorrichtung darin besteht, den Dampf, wenn er die Bewegung des Kolbens während eines Theiles seines Hubes bewirkt hat, durch die Maschine selbst absperren zu lassen, d. h., die Einströmungsöffnung des Dampfes in den Cylinder zu verdecken, so daß die Weiterbewegung des Kolbens nur durch die dem eingeströmten Dampf noch innewohnende Expansionskraft bewerkstelligt wird.

Kraftberechnung einer Expansionsmaschine.

Es sei

l die Länge des Kolbenlaufes in Fußen;
s die Oberfläche des Kolbens in □Fußen;
n die Anzahl der Doppelhübe pro Minute.

Der Druck des dem Cylinder zuströmenden Dampfes betrage a Atmosphären und die Absperrung desselben durch den Expansionsschieber geschehe, nachdem der Kolben den $m$ten Theil seines Laufes zurückgelegt hat, so daß also der Dampf während des übrigen Theiles des Kolbenlaufes $= l - \frac{1}{m}\,l = \frac{m-1}{m}\,.\,l$ mit Expansion arbeitet.

Der Dampfdruck von einer Atmosphäre beträgt auf den Gr. hess. □Zoll 12,9 Pfund, oder auf den □Fuß 1290 Pfund, also der Druck von a Atmosphären auf die Kolbenfläche (s) = 1290 a s, welche Größe wir mit P bezeichnen wollen.

Vor der Absperrung legt der Kolben unter diesem Druck $\frac{l}{m}$ Fuße zurück; seine Wirkung bis dahin wird also durch $\frac{l}{m} P = 1290\, a s \cdot \frac{l}{m}$ Fußpfund ausgedrückt werden. (1).

Theilt man nun den noch übrigen Theil des Hubes in eine gerade Anzahl gleicher Theile, z. B. in vier, so wird jeder dieser Theile eine Länge $= \frac{m-1}{4m} \cdot l$ Fußen haben.

Nun weiß man, daß nach dem Mariotte'schen Gesetze die Volumina, welche nach und nach von derselben Menge Gas oder Dampf erfüllt werden, im umgekehrten Verhältnisse zu der Spannkraft des Dampfes stehen, vorausgesetzt, daß letzterer seinen Zustand nicht ändere. Dieser Grundsatz kann bei Dampfmaschinen als genau passend betrachtet werden, da bei denselben die Ausdehnung der Dämpfe nie zu weit getrieben wird, und der Cylinder durch die immer neu hinzuströmenden Dämpfe eine Temperatur erlangt, die nur wenig von derjenigen abweicht, welche sie selbst besitzen.

1 2 3 4 5

Bezeichnet man den Punct, bei welchem die Expansion beginnt, mit 1, und die Puncte der vier gleichen Theile des übrigen Kolbenlaufes der Reihenfolge nach

mit 2, 3, 4 und 5, so sind die durchlaufenen körperlichen Räume bis zu den Puncten:

$$\overset{1}{=\frac{1}{m}\cdot s};\ \overset{2}{\left(\frac{1}{m}+\frac{m-1}{4m}\cdot l\right)s};\ \overset{3}{\left(\frac{1}{m}+\frac{m-1}{4m}\cdot 2l\right)s};$$

$$\text{oder} = \frac{1}{m}\,ls;\ \frac{m+3}{4m}\,ls;\ \frac{m+1}{2m}\,ls;$$

$$\overset{4}{\left(\frac{1}{m}+\frac{m-1}{4m}\cdot 3l\right)s};\ \left(\frac{1}{m}+\frac{m-1}{4m}\cdot 4l\right)s;$$

$$\text{oder}\ \frac{3m+1}{4m}\,ls;\ ls.$$

Die entsprechenden Spannungen des Dampfes sind also nach dem Mariotte'schen Gesetze

$$= P;\ \frac{4}{m+3}\cdot P;\ \frac{2}{m+1}\cdot P;$$

$$\frac{4}{3m+1}\cdot P;\ \frac{1}{m}\cdot P.$$

Nach der Methode des englischen Ingenieurs Thomas Simpson verfährt man nun folgendermaßen: Man nimmt:

1) die Summe der äußersten Spannungen

$$= P + \frac{1}{m}\,P = \frac{m+1}{m}\,P,$$

2) 2 Mal die mittlere Spannung

$$= 2 \times \frac{2}{m+1}\cdot P = \frac{4}{m+1}\,P,$$

3) 4 Mal die Summe der beiden andern Glieder

$$= 16\left(\frac{1}{m+3}+\frac{1}{3m+1}\right)P.$$

Nennt man die Summe dieser drei Ausdrücke $P.S$, nimmt den dritten Theil derselben und multiplicirt mit $\frac{m-1}{4m}\cdot l$, so erhält man den Effect,

welcher während der Expansion hervorgebracht wurde

$$= \frac{m-1}{12m} \, l S P \quad (2).$$

Fügt man dieser Arbeit die vor dem Beginn der Expansion ausgeübte dynamische Kraft $\frac{l}{m}$ P (Formel 1) hinzu und zieht von dieser Summe endlich den Widerstand von 1 Atmosphärendruck, welcher dem Kolben während seines Laufes entgegenwirkt, nämlich $1290 \, s \, l = \frac{P}{a} \cdot l$ ab, so erhält man den theoretischen Effect für den einfachen Kolbenlauf

$$= \frac{m-1}{12m} l S P + \frac{1}{m} P \frac{l}{a} P = \left(\frac{m-1}{12m} S + \frac{1}{m} - \frac{1}{a}\right) P l,$$

und wenn der Kolben n Doppelhübe in der Minute macht, den theoretischen Effect der Maschine pro Minute, in Fußpfunden ausgedrückt,

$$Q = \left(\frac{m-1}{12m} S + \frac{1}{m} - \frac{1}{a}\right) 2 n P l,$$

worin $S = \frac{m+1}{m} + \frac{4}{m+1} + 16\left(\frac{1}{m+3} + \frac{1}{3m+1}\right)$ und $P = 1290 \, a \, s$ bezeichnet.

Die mit Anwendung dieser Formel berechneten Resultate sind endlich durch $60 \cdot 600 = 36000$ zu dividiren, wenn man den theoretischen Effect pro Secunde und in Pferdekräften (à 600 Fußpfund hess.) ausgedrückt haben will.

Das auf solche Weise erhaltene Resultat giebt den theoretischen Effect der Maschine. Derselbe ist jedoch, weil die Reibung des Kolbens und der übrigen beweglichen Maschinentheile überwunden, die Dampfverluste und die nicht zu vermeidende Abkühlung des Dampfes compensirt werden muß, noch sehr von der effectiven Kraft der Maschine, welche an der Schwungradwelle wirksam ist, entfernt. Nach

Poncelet, Morin und anderen Ingenieurs kann man für Expansionsmaschinen von 4 bis 10 Pferdekraft, welche mit Condensation arbeiten, im Durchschnitt nur auf 35 bis 40 Procent des theoretischen Effects rechnen; für Maschinen von 10 bis 20 Pferdekraft kann man 40 bis 45 Procent und bei noch kräftigeren Maschinen 50 Procent von dem theoretischen Effect durchschnittlich annehmen. Bei Hochdruckmaschinen ohne Condensation ist der Verlust oft noch größer; die effective Kraft beträgt bei ihnen in der Regel nur 40, 35 und oft sogar nur 30 Procent des theoretischen Effects, je nach der mehr oder weniger guten Ausführung und Unterhaltung der Maschine.

Beispiel. Zur Anwendung der vorstehenden Formeln wählen wir als Beispiel eine von der „Maschinenfabrik und Eisengießerei in Darmstadt" zunächst für den Brückenbau über die Lahn bei Gießen gefertigte Hochdruckmaschine. Die Expansion ist bei dieser Maschine so angeordnet, daß der Dampf bei $\frac{1}{4}$ des Kolbenlaufes abgesperrt wird, der Kolben also auf $\frac{3}{4}$ seines Laufes mit Expansion arbeitet. Die Länge des Kolbenlaufes beträgt 2,2 Fuß, der Durchmesser des Dampfcylinders 1,08 Fuß, die Kolbenfläche also 0,916 □Fuß. Der Dampf wirkt mit einem Drucke von 5 Atmosphären, und der Kolben macht 50 Doppelhübe in einer Minute.

Bedient man sich zur Berechnung dieser Maschine der oben angegebenen Formel für Hochdruckmaschinen ohne Condensation und mit Expansion, so erhalten die dort eingeführten Buchstaben folgende Werthe:

$$l = 2{,}2,\ s = 0{,}916,\ a = 5,\ m = 4,\ n = 50.$$

Es ist hiernach

$$S = \frac{m+1}{m} + \frac{4}{m+1} + 16\left(\frac{1}{m+3} + \frac{1}{3m+1}\right)$$

$$= \frac{5}{4} + \frac{4}{5} + 16\left(\frac{1}{7} + \frac{1}{13}\right) = 5{,}57,$$

$$P = 1290\, a\, s = 1290 \cdot 5 \cdot 0{,}916 = 5908{,}2.$$

Setzt man diese Werthe in die Formel $Q = \left(\frac{m-1}{12\,m}\, S + \frac{1}{m} - \frac{1}{a}\right) 2\, u\, P\, l,$

so erhält man für den theoretischen Effect der Maschine

$$Q = \left(\frac{3}{48} \cdot 5{,}57 + \frac{1}{4} - \frac{1}{5}\right) 2 \cdot 50 \cdot 5908{,}2 \cdot 2{,}2$$

$= 517300$ Fußpfund pro Minute oder $\frac{517300}{36000}$ $= 14{,}36$ Pferdekraft.

Bei Ueberlieferung der Maschine an die Baubehörde wurde deren effective Kraft mittelst eines auf der Maschinenwelle angebrachten Prony'schen Zaums untersucht, dessen Hebel 10 Fuß lang war. Nachdem das Gewicht des Hebels und der Frictionsbacken durch Gegengewichte gehörig contrebalancirt worden, vermochte die Maschine, wenn sie mit Absperrung bei $\frac{1}{4}$ des Kolbenlaufes, also mit $\frac{3}{4}$ Expansion arbeitete, bei 50 Umdrehungen in der Minute, einem an Endpuncte des Hebels angehängten Gewichte von 75 Pfund das Gleichgewicht zu halten. Die ausgeübte Kraft betrug also

$2\pi \cdot 10 \cdot 50 \cdot 75 = 235500$ Fußpfund pro Minute oder $\frac{235500}{60 \cdot 600} = 6{,}54$ Pferdekraft pro Secunde.

Da nach der obigen Berechnung der theoretische Effect der Maschine 14,36 Pferdekraft betrug, so lieferte dieselbe einen Nutzeffect von $\frac{6{,}54}{14{,}36} = 0{,}45$ d. h., 45 Procent des theoretischen Effectes, wonach also 55 Procent durch Reibung und andere Widerstände verloren gehen, ein Resultat, welches als ein höchst günstiges betrachtet werden muß.

Poncelet hat in seiner „mécanique industrielle“ eine Tabelle mitgetheilt, mit deren Hülfe die Kraftberechnung von Mittel- und Hochdruckmaschinen auf eine sehr einfache Weise geschehen kann. Dieselbe wurde von ihm für einen Dampfdruck von 1 Atmospäre berechnet, ist aber von Armengaud bis zu 6 Atmosphären ergänzt worden. Diese Tabelle ist auf Großh. hess. Maß und Gewicht (welches bekanntlich mit dem franz. metrischen Maß- und Gewichtssystem in sehr einfachem Zusammenhange steht) berechnet. Sie giebt den theoretischen Effect an, welchen 1 Cubikfuß verbrauchter Dampf von 1 bis 6 Atmosphären Spannkraft zu erzeugen vermag, wenn derselbe entweder nicht expandirt (erste horizontale Reihe) oder aber auf 1¼, 1½, 1¾ u. s. w. bis auf 5 Cubikfuß expandirt wird.

Zum Gebrauch der nachstehenden Tabelle dient folgende Regel:

(Siehe die hinten beiliegende Tabelle.)

Man multiplicire die in Quadratfußen ausgedrückte Kolbenfläche mit demjenigen Theile des Kolbenlaufs (in Fußen), innerhalb welches der Dampf mit seinem vollen Drucke wirkt, so erhält man das Volumen des bei einem einfachen Kolbenlaufe verbrauchten Dampfes (in Cubikfußen); multiplicire sodann dieses Volumen mit derjenigen Zahl in der Tabelle, welche dem Drucke des Dampfes nach Atmosphären und dem Grade seiner Expansion (vorderste Spalte) entspricht, ziehe von diesem Product den vom Drucke der äußeren Luft oder auch (bei Condensationsmaschinen) von nicht condensirten Dämpfen herrührenden Widerstand gegen die Bewegung des Kolbens, für die ganze Länge des Kolbenlaufs, ab, so erhält man den theoretischen Effect der Ma-

schine während eines einfachen Kolbenlaufs, ausgedrückt in Fußpfunden. Der theoretische Effect in Pferdekräften ergiebt sich sodann durch Multiplication dieser Zahl mit der Anzahl der einfachen Kolbenhübe in der Minute und Division des Products durch 60 . 600 = 36000*).

Erstes Beispiel. Wir wählen hierzu das weiter oben aus der dort entwickelten Formel berechnete Beispiel. In demselben beträgt das Volumen des bei jeder einfachen Kolbenbewegung in den Cylinder eintretenden Dampfes $\frac{2,2 \,.\, 0,916}{4}$ 0,5038 Cubikfuß. Nun zeigt die Tabelle, daß ein Cubikfuß Dampf von 5 Atmosphären Spannung, wenn er sich auf das 4fache dieses Volumens ausdehnt, eine theoretische Wirkung von 15411 Fußpfund erzeugt. Es beträgt daher, unter denselben Umständen, die Wirkung für 0,5038 Cubikfuß Dampf 15411 . 0,5038 = 7764 Fußpfnnd. Zieht man hiervon (weil der Dampf ins Freie austritt, also nicht condensirt wird) den Widerstand der Atmosphäre (1290 Pfd. pro □Fuß) gegen die Bewegung des Kolbens, und zwar während des ganzen Kolbenlaufs, also 1290 . 0,916

*) Wir bemerken hierbei, daß theils wegen der Verschiedenheit des Dampfdrucks im Kessel und Cylinder, welche keineswegs ein constantes Verhältniß zeigt, sondern vielmehr innerhalb ziemlich ansehnlicher Grenzen wechselt, theils wegen der Verschiedenheiten, die sich aus dem durch nicht condensirte Dämpfe und durch Reibung entstehenden Gegendruck, theils auch durch Dampfverlust vor dem Eintritte des Dampfes in den Cylinder ergeben, solche Berechnungen immer nur ein mehr oder weniger annäherndes Resultat geben können. Will man daher genauere Resultate erhalten, so können diese nur mit Hülfe wirklicher Versuche mit einem Dynamometer erzielt werden.

. 2,2 = 2600, ab, so erhält man 7764 — 2600 = 5164 Fußpfund für jeden Kolbenlauf. Daher für 50 Doppelhübe oder 100 einfache Kolbenbewegungen in der Minute die theoretische Wirkung der Maschine = 516400 Fußpfund = $\frac{516400}{60 . 600}$ = 14,34 Pferdekraft. Nimmt man die effective Kraft der Maschine zu 40 Procent der theoretischen an, so würde erstere $\frac{14,34}{100} . 4 = 5\frac{3}{4}$ Pferdekraft betragen. (Die Maschine entwickelt nach dem Versuch mit dem Prony'schen Zaum eine effective Kraft von 6,54 Pferdekraft, also 45 Procent Nutzeffect.)

Zweites Beispiel. Es sei das nämliche Beispiel unter der Voraussetzung zu berechnen, daß der Dampf nur während des halben Kolbenlaufs mit voller Kraft, in der zweiten Hälfte aber mit Expansion wirkt (m = 2), so beträgt der Dampfverbrauch für die einfache Kolbenbewegung = $\frac{2,2 . 0,916}{2}$ = 1,0076 Cubikfuß, und die dem Drucke von 5 Atmosphären und der bemerkten Expansion entsprechende Zahl der Tabelle 10935 Fußpfund. Indem man nun den nämlichen Gang, wie in dem erstrn Beispiele, befolgt, so erhält man $\frac{(1,0076 . 10935 - 2600) 100}{36000}$ = 23,38 Pferdekraft als theoretischen und (à 40 Procent) 23,38 . 0,40 = 9,35 Pferdekraft als effective Kraft der Maschine.

Die oben angeführte Regel, nach welcher die vorstehenden Beispiele gerechnet sind, läßt sich in einer Formel ausdrücken, deren Anwendung weiter unten durch ein Beispiel gezeigt werden wird.

Diese Formel ist in ihrer einfachsten Gestalt

$$(1)\quad T = \frac{\left(\frac{t}{m} - p\right) sln}{26000},$$ und zwar bedeutet hierin

- s die Kolbenfläche in □Fußen,
- l den ganzen Kolbenlauf in Fußen,
- n die Anzahl der einfachen Kolbenbewegungen in der Minute,
- t die Zahl der Tabelle, welche dem gegebenen Dampfdruck (in Atmosphären) und dem gegebenen Grad der Expansion entspricht,
- m Grad der Expansion (d. h. 1 Raumtheil Dampf dehnt sich durch Expansion auf den mfachen Raum aus),
- p Gegendruck in Pfunden auf den □Fuß Kolbenfläche. Derselbe rührt entweder (bei Maschinen ohne Condensation) vom Drucke der äußeren Atmosphäre her und beträgt in diesem Fall 1290 Pfund auf den Großh. hess. □Fuß Kolbenfläche; — oder er wird (bei Condensationsmaschinen) durch nicht condensirte Dämpfe erzeugt und kann in diesem Falle, je nach der Dampfspannung im Kessel oder dem Grade der Expansion, zwischen 180 und 360 Pfund auf den □Fuß Kolbenfläche betragen,
- T theoretischer Effect der Maschine in Pferdekräften (à 600 Fußpfund in der Secunde). Derselbe ist mit einem Coefficienten zu multipliciren, welcher zwischen 0,3 und 0,5 (30 bis 50 Procent des theoretischen Effects) wechseln kann, um die effective Kraft oder den Nutzeffect der Maschine zu finden.

Will man das Gewicht des in jeder Stunde von einer Maschine verbrauchten Wasserdampfes finden, so dient hierzu folgende Regel: Man

multiplicire das Volumen des bei einem einfachen Kolbenlaufe verbrauchten Dampfes ($s \cdot \frac{l}{m}$) mit der Anzahl der einfachen Kolbenbewegungen in der Stunde und dieses Product mit dem Gewichte von 1 Cubikfuß Wasserdampf, und zwar mit Berücksichtigung der Spannkraft desselben, so erhält man das verlangte Resultat. —

Beispiel. In den vorhergehenden angeführten Beispielen betrug das Volumen des bei jeder einfachen Kolbenbewegung (bei $\frac{3}{4}$ Expansion) in den Cylinder eintretenden Dampfes 0,5038 Cubikfuß. Ferner machte die Maschine 100 einfache Kolbenbewegungen in der Minute, oder deren 6000 in jeder Stunde. Beträgt endlich das Gewicht von 1 Cubikfuß Wasserdampf bei 5 Atmosphären Spannkraft = 0,0805 Pfund, so erhält man das Gewicht des pro Stunde verbrauchten Dampfes $= 0{,}5038 \cdot 6000 \cdot 0{,}0805 = 243{,}3$ Pfd., was für jede effective Pferdekraft pro Stunde, bei Annahme von 40 Procent Nutzeffect $\frac{243{,}3}{5{,}75}$ = 42,3 Pfund beträgt.

Die obige Regel wird durch die Formel

$$(2) \quad W = 60 \cdot \frac{s\,l\,n\,g}{m}$$

ausgedrückt, worin die Buchstaben s, l, n und m die oben angegebene Bedeutung haben und ferner

W das Gewicht des in jeder Stunde von den Maschinen verbrauchten Wasserdampfes in Pfunden und

g das Gewicht von 1 Cubikfuß Wasserdampf in Pfunden bezeichnet.

Die letztere Größe wird aus dem specifischen Gewichte des Dampfes, mit Berücksichtigung der jedes-

maligen Spannkraft derselben, gefunden. Das Gewicht von 1 Cubikfuß Wasserdampf beträgt:

von	1	Atmosphäre	Spannkraft	0,0184 Pfund,
=	1½	=	=	0,0267 =
=	2	=	=	0,0348 =
=	2½	=	=	0,0427 =
=	3	=	=	0,0504 =
=	3½	=	=	0,0581 =
=	4	=	=	0,0656 =
=	4½	=	=	0,0732 =
=	5	=	=	0,0805 =
=	5½	=	=	0,0878 =
=	6	=	=	0,0950 =

Soll endlich die Menge von Steinkohlen gefunden werden, welche eine Maschine in jeder Stunde, oder pro Pferdekraft und Stunde verbraucht, so geschieht dieses mittelst einer sehr einfachen Rechnung. Kennt man nämlich das Gewicht des in jeder Stunde von der Maschine verbrauchten Dampfes und man weiß, daß mit 1 Pfund guter Steinkohlen z. B. 6 Pfund Wasser verdampft werden können — eine Zahl, welche man bei guter Kohle und zweckmäßiger Feuerungsanlage mit Sicherheit annehmen kann — so hat man die letztere Zahl in das Gewicht des verdampften Wassers zu dividiren, um das von der Maschine in der Stunde verbrauchte Kohlenquantum zu erfahren. Durch abermalige Division der so erhaltenen Zahl durch die Anzahl der effectiven Pferdekräfte der Maschine erhält man den Kohlenverbrauch pro Stunde und Pferdekraft. Eine solche Berechnung werden wir später in einem Beispiele ausführen.

Feuert man nicht mit Steinkohlen, sondern mit irgend einem anderen Brennmaterial, so hat man anstatt der beispielsweise angenommenen 6 Pfund Wasserdampf für 1 Pfund Steinkohle die dem jedesmal

angewendeten Brennstoff entsprechende Zahl zu substituiren, oder auch die Rechnung zuerst unter der Voraussetzung der Anwendung von Steinkohlen anzustellen und sodann das Resultat mit derjenigen Zahl zu multipliciren, welche das Verhältniß der Brennkraft zwischen Steinkohlen und dem angewendeten anderen Brennstoffe ausdrückt.

Berechnung der Kraft, des Dampf- und Brennstoffverbrauchs einer Expansionsmaschine mit Condensation von Farcot in Paris, nebst Angabe der Dimensionsverhältnisse einiger Theile der Maschine.

Die Dampfmaschinen von Farcot in Paris zeichnen sich durch den geringen Raum, welchen sie einnehmen, durch solide Construction, leichte Handhabung, eine eigenthümliche veränderliche Expansion und endlich durch ein geschmackvolles Aeußere vor vielen anderen Systemen von Dampfmaschinen vortheilhaft aus.

Die hier in Betrachtung zu ziehende Maschine ist für eine Kraft von 6 Pferden geliefert; sie arbeitet mit Condensation, mit einem Dampfdrucke von 3 bis 4 Atmosphären — der Dampfkessel trägt den Stempel von 4 Atmosphären — und mit veränderlicher Expansion.

Die Hauptdimensionen der Maschine sind folgende:

Durchmesser des Dampfcylinders 13,2 Zoll. — Kolbenhub desselben 26 Zoll. — Länge der Kurbel 13 Zoll. — Länge der Bläulstange 52 Zoll. — Durchmesser des Kolbens der Luftpumpe 7,2 Zoll. — Kolbenhub derselben 13 Zoll. — Durchmesser des Kolbens der Speisepumpe 1,4 Zoll. — Kolbenhub derselben 9,4 Zoll.

Aus diesen Dimensionen berechnen sich die Kolbenflächen wie folgt:

Kolbenfläche des Dampfcylinders 137 □Zoll = 1,37 □Fuß. — Desgl. der Luftpumpe 40,6 □Zoll. — Desgl. der Speisepumpe 1,54 □Zoll.

Ferner die durch jeden Kolbenlauf erzeugten Räume.

Für den Dampfcylinder 137 · 26 = 3562 Cubikzoll oder 3,562 Cubikfuß. — Für die Luftpumpe 40,6 · 13 = 527,8 Cubikzoll. — Für die Speisepumpe 1,54 · 9,4 = 14,476 Cubikzoll.

Wir wollen annehmen, daß bei dem gewöhnlichen Gang der Maschine der Dampf eine Spannung von $3\frac{1}{2}$ Atmosphären besitze, daß ferner die Expansion während $\frac{3}{4}$ des Kolbenlaufs statt habe, so daß also der Dampf nur auf $\frac{1}{4}$ des letzteren, oder in einer Länge von 0,65 Fuß mit voller Kraft wirkt.

Es beträgt hiernach die Menge des bei einer einfachen Kolbenbewegung verbrauchten Dampfes 1,37 · 0,65 = 0,890 Cubikfuß.

In der Tabelle entspricht die theoretische Wirkung von 1 Cubikfuß Dampf von $3\frac{1}{2}$ atmosphärischer Spannkraft und bei einer Expansion von 1 auf 4 = 10788 Fußpfund, also für 0,890 Cubikfuß = 0,89 · 10788 = 9601 Fußpfund für den einfachen Kolbenhub.

Hiervon ist der von den nicht condensirten Dämpfen herrührende Gegendruck abzuziehen. Derselbe beträgt 3,4 Pfund auf den Quadratzoll oder 340 Pfund auf den Quadratfuß Kolbenfläche, wenn das Condensationswasser 65° Wärme besitzt. Nehmen wir an, daß sich die Maschine während des Ganges in diesem Zustande befindet, so hätte man von dem vorhin erhaltenen Resultate den Druck abzuziehen, wel-

cher aus dieser Gegenwirkung auf die ganze Kolbenfläche entsteht, multiplicirt mit dem ganzen Kolbenlauf, also 340 · 1,37 · 2,6 = 1211 Fußpfund. Man hat daher den theoretischen Effect für den einfachen Kolbenhub = 9601 — 1211 = 8390 Fußpfund. Nimmt man nun an, daß die Maschine mit einer Geschwindigkeit von 42 Umdrehungen in der Minute (d. i. mit einer Kolbengeschwindigkeit von 3,6 Fuß pro Secunde) arbeite, so findet man den theoretischen Effect in der Minute = 8390 · 84 = 704760 Fußpfund oder $\frac{704760}{60 \cdot 600} = 19,6$ Pferdekraft. Rechnet man endlich $\frac{4}{10}$ oder 40 Procent des theoretischen Effects als Nutzeffect der Maschine, so erhält man eine effective Kraft von 19,6 · 0,4 = 7,84 oder nahe von 8 Pferden.

Will man nun die Menge der Steinkohlen berechnen, welche die Maschine verbrauchen wird, um diesen Effect hervorzubringen, so bemerken wir, daß 1 Cubikfuß Dampf bei $3\frac{1}{2}$ Atmosphären Spannkraft 0,058 Pfund wiegt und bei einer Spannkraft von 4 Atmosphären 0,065 Pfund. Wir nehmen dieselbe hier, obgleich die Maschine nur mit $3\frac{1}{2}$ Atmosphären Druck arbeitend angenommen wurde, zu 4 Atmosphären, und zwar im Kessel, an, um damit die verschiedenen Dampfverluste vor dem Eintritt in den Cylinder zu compensiren. Unter dieser Annahme beträgt das Gewicht des bei jedem einfachen Kolbenlauf verbrauchten Dampfes 0,890 · 0,065 = 0,0578 Pfund, demnach der Dampfverbrauch in der Stunde (nämlich bei 2 · 42 · 60 = 5040 einfachen Kolbenläufen) = 0,0578 · 5040 = 291 Pfund. Nimmt man nun an, daß mit 1 Pfund guter Steinkohle nur 6 Pfund Wasser in Dampf verwandelt werden können, so verbraucht man zur Erzeugung von 291 Pfund Dampf von 4 Atmosphären

Spannkraft 291 : 6 = 48,5 Pfund Steinkohlen in der Stunde, und da die effective Kraft der Maschine, nach oben, 7,84 Pferdekraft beträgt, für jede Pferdekraft und Stunde $\frac{48,5}{7,84} = 6,2$ Pfund Steinkohlen.

Nach dem Vorhergehenden wird es leicht sein, jede Aufgabe dieser Art zu rechnen. Wir werden in den nachfolgenden Beispielen, wobei wir die nämliche Maschine zum Grunde legen und nur in Bezug auf den Grad der Expansion und den Dampfdruck andere Verhältnisse annehmen, den Gebrauch der oben mitgetheilten Formeln zeigen. Die Resultate dieser Berechnungen werden dazu dienen, einen Vergleich in Bezug auf die Anwendung verschiedener Grade von Expansion, sowie verschiedener Spannkräfte des Dampfes anstellen zu können.

Wenn man bei der im Vorhergehenden betrachteten Maschine ganz die nämlichen Verhältnisse annimmt, nur mit dem Unterschiede, daß die Expansion erst bei $\frac{1}{3}$ (anstatt $\frac{1}{4}$) des Kolbenlaufes beginnt, so ist in Bezug auf den zu berechnenden Gegendruck zu bemerken, daß, weil in diesem Falle der Dampf während $\frac{1}{3}$ des Kolbenlaufes in den Cylinder eintritt, die Condensation der Dämpfe und die Herstellung eines luftleeren Raumes unvollständiger von Statten geht, als in dem vorher betrachteten Falle, wo der Dampf nur während $\frac{1}{4}$ des Kolbenlaufes mit voller Kraft wirksam war. Man muß daher hier die von den nicht condensirten Dämpfen herrührende Gegenwirkung gegen die Bewegung des Kolbens größer, und zwar zu 6,25 Pfund auf den Quadratzoll, oder 625 Pfund auf den Quadratfuß Kolbenfläche annehmen. — In der Formel (1) sind anstatt der allgemeinen Buchstabenbezeichnung folgende Werthe zu setzen: $s = 1,37$; $l = 2,6$; $n = 84$; t (entspr. Zahl der Tabelle)

$= 9488$; $m = 3$; $p = 625$, und man erhält den theoretischen Effect der Maschine

$$T = \frac{\left(\frac{t}{m} - p\right) s l n}{36000} = \frac{\left(\frac{9488}{3} - 625\right) 1{,}37 \cdot 2{,}6 \cdot 84}{36000}$$

$= 21$ Pferdekraft und die effective Kraft $= 0{,}4\,T$ $= 0{,}4 \cdot 21 = 8{,}4$ Pferdekraft.

Ferner giebt Formel (2), wenn man darin für s, l, n und m die eben angenommenen Zahlen, so wie hernach nach der weiter oben angeführten Tabelle $g = 0{,}065$ setzt, das Gewicht des von der Maschine in jeder Stunde verbrauchten Wasserdampfes

$$W = 60 \cdot \frac{s l n g}{m} = 60 \cdot \frac{1{,}37 \cdot 2{,}6 \cdot 84 \cdot 0{,}065}{3}$$

$= 390$ Pfund.

Endlich berechnet sich hieraus, bei Annahme von 6 Pfund Wasserdampf für 1 Pfund Steinkohlen, der Kohlenverbrauch pro Stunde und Pferdekraft auf $\frac{390}{6 \cdot 8{,}4} = 7{,}7$ Pfund.

Wir nehmen nun, die übrigen Verhältnisse beibehaltend, an, daß die Maschine schon nach $\frac{1}{5}$ des Kolbenlaufes expandirt, daß der Dampf also nur auf eine Länge von 0,52 Fuß mit voller Kraft wirkt. In Bezug auf den durch nicht condensirte Dämpfe erzeugten Gegendruck ist zu bemerken, daß derselbe im vorliegenden Falle zu 1,88 Pfund pro Quadratzoll oder 188 Pfund auf den Quadratfuß Kolbenfläche angenommen werden kann, was einer Temperatur des Condensationswassers von 53 bis 54° entspricht. Dieser Gegendruck ist nämlich geringer, als in dem vorhergehenden Falle, weil der Dampf mit geringerer Spannkraft aus dem Cylinder entweicht, daher sich leichter condensirt und eine vollständigere Luftleere

hervorbringt, als bei Anwendung geringerer Expansion.

Substituirt man in den Formeln für die Buchstaben, mit Ausnahme von m, t und p, wieder die entsprechenden Größen, wie sie im vorigen Beispiel angenommen worden, setzt man ferner p = 188 und t = 11797 und m = 5, so erhält man den theoretischen Effect der Maschine

$$T = \frac{\left(\frac{11797}{5} - 188\right) 1,37 \cdot 2,6 \cdot 84}{36000} = 18$$

Pferdekraft und die effective Kraft = 0,4 · 18 = 7,2 Pferdekraft.

Ferner das Gewicht des von der Maschine in jeder Stunde verbrauchten Wassers

$$W = 60 \cdot \frac{1,37 \cdot 2,6 \cdot 84 \cdot 0,065}{5} = 233 \text{ Pfd.}$$

Endlich das Gewicht der pro Pferdekraft und Stunde verbrauchten Steinkohlen $= \frac{233}{6 \cdot 7,2}$ = 5,4 Pfund.

Wir nehmen nun an, daß dieselbe Maschine mit einem geringeren Dampfdruck, und zwar mit nur $2\frac{1}{2}$ Atmosphären arbeitet, daß ferner der Dampf während $\frac{1}{3}$ des Kolbenlaufes mit voller Kraft wirksam ist und die übrigen $\frac{2}{3}$ desselben expandirt. Der Gegendruck auf den Kolben kann in diesem Falle zu 3,37 Pfund pro Quadratzoll oder 337 Pfund auf den Quadratfuß angenommen werden, und das Gewicht von 1 Cubikfuß Dampf von $2\frac{1}{2}$ Atmosphären beträgt 0,0427 Pfund.

Unter diesen Voraussetzungen hat man s = 1,37; l = 2,6; m = 3; n = 84; t = 6777; p = 337; g = 0,0427, und durch Substitution dieser Werthe n die Formeln erhält man

$$P = \frac{\left(\frac{6777}{3} - 337\right) 1{,}37 \cdot 2{,}6 \cdot 84}{33000} = 16$$

Pferdekraft und die effective Kraft $= 0{,}4 \cdot 16 = 6{,}4$ Pferdekraft.

$$W = 60 \cdot \frac{1{,}37 \cdot 2{,}6 \cdot 84 \cdot 0{,}0437}{3} = 256 \text{ Pfund};$$

und der Steinkohlenverbrauch $= \frac{256}{6 \cdot 6{,}4} = 6{,}6$ Pfd.

Die für verschiedene Annahmen des Dampfdruckes und des Grades der Expansion im Vorstehenden erhaltenen Resultate sind also:

	Kraft der Maschine.	Verdampftes Wasser.	Verbrauchte Steinkohlen.
für 3½ Atm. und [illegible] Exp.	= [illegible],4 Pferdekr.;	= [illegible]0 Pf.;	= 7,[illegible] Pf.
" " " " "	= 7,8 "	= 2[illegible]1 "	= [illegible],2 "
" " " " "	= 7,2 "	= 233 "	= [illegible],4 "
" 2½ " " "	= 6,4 "	= 2[illegible]6 "	= [illegible],6 "

woraus sich insbesondere der öconomische Vortheil ergiebt, welcher aus der Anwendung eines höhern Grades von Expansion entspringt. —

Eine andere Maschine nach demselben Systeme, von 10 Pferdekraft, lieferte Farcot im Jahre 1842 für eine Wollspinnerei in Paris, wo dieselbe 17 Krempelmaschinen, 3 Reißwölfe, 5 Spinnmaschinen und eine die Kraft von 1 Pferd in Anspruch nehmende Wasserpumpe, sowie die ganze erforderliche Transmission in Bewegung setzt.

Bei dieser Maschine beträgt der Durchmesser des Dampfcylinders 15,6 Zoll, dessen Kolbenhub 32 Zoll; die Zahl der Umdrehungen der Welle (Doppelhübe) in der Minute 30; der mittlere Dampfdruck 3½ Atmosphäre. Die Maschine verbraucht hierbei gewöhnlich nicht mehr als 56 bis 60 Pfund Steinkohlen in der Stunde, oder 5,6 bis 6 Pfund pro Pferdekraft und Stunde.

Die nachfolgenden Tabellen über die Dimensionen des Dampfcylinders, den Kolbenhub u. s. w. verschiedener Dampfmaschinen von 1 bis 100 Pferdekraft beziehen sich sowohl auf Hoch- als Mitteldruckmaschinen mit oder ohne Expansion und Condensation. Sie sind theils von ausgeführten Maschinen entnommen, theils durch Berechnung erhalten worden.

Tabelle

für die Hauptdimensionen doppeltwirkender Hochdruckmaschinen ohne Expansion und ohne Condensation bei einer Spannkraft des Dampfes von 5 Atmosphären.

Kraft der Maschine in Pferden.	Länge des Kolbenhubs in Fußen.	Kolbengeschwindigkeit pro Secunde, in Fußen.	Anzahl der Doppelhübe pro Minute.	Durchmesser des Kolbens in Fußen.	Oberfläche des Kolbens: im Ganzen, in Quadratfußen.	Oberfläche des Kolbens: pro Pferdekraft, in Quadratfußen.	Volumen des verbrauchten Dampfes: pro Kolbenhub, in Cubikfußen.	Volumen des verbrauchten Dampfes: pro Pferdekraft in der Minute, in Cubikfußen.	Gewicht des in jeder Minute für 1 Pferdekraft verbrauchten Dampfes in Pf.
1	1,6	2,8	52,50	0,40	0,1257	0,1257	0,201	21,114	1,692
2	2,0	3,0	45,00	0,54	0,2290	0,1145	0,458	20,612	1,652
4	2,4	3,2	40,00	0,72	0,4071	0,1018	0,977	19,543	1,566
6	2,8	3,4	36,43	0,84	0,5542	0,0924	1,552	18,856	1,510
8	3,2	3,6	33,75	0,91	0,6504	0,0813	2,081	17,550	1,400
10	3,6	3,8	31,67	0,98	0,7543	0,0754	2,716	17,200	1,378

12	4,0	4,0	30,00	1,04	0,8495	0,0708	4,398	16,991	1,362
16	4,4	4,2	28,63	1,16	1,0568	0,0661	4,650	16,641	1,332
20	4,8	4,4	27,50	1,25	1,2266	0,0613	5,888	16,192	1,294
25	5,2	4,6	26,53	1,36	1,4527	0,0581	7,554	16,033	1,284
30	5,6	4,8	25,71	1,44	1,6286	0,0543	9,120	15,632	1,252
35	6,0	5,0	25,00	1,52	1,8146	0,0518	10,887	15,553	1,246
40	6,4	5,2	24,32	1,57	1,9349	0,0483	12,383	15,056	1,220
50	6,8	5,4	23,82	1,72	2,3235	0,0465	15,800	15,054	1,206
60	7,2	5,6	23,33	1,84	2,6591	0,0443	19,145	14,888	1,192
75	7,6	5,8	22,89	2,00	3,1416	0,0419	23,876	14,574	1,168
100	8,0	6,0	22,50	2,24	3,9408	0,0394	31,527	14,187	1,136

Solche Maschinen mit liegenden Cylindern aus der Maschinenfabrik der Gebrüder Schneider in Creusot bei Paris sind ziemlich nach den nämlichen Dimensionen ausgeführt worden, wie die nachstehende Tabelle einiger aus dieser Fabrik hervorgegangenen Maschinen zeigt.

Horizontale, doppeltwirkende Hochdruckmaschinen.

Spannkraft des Dampfes = 5 Atmosphären.

Pferdekräfte.	Länge des Kolbenlaufs, in Fußen.	Kolbengeschwindigkeit pro Secunde in Fußen.	Zahl der Doppelhübe pro Minute.	Durchmesser des Kolbens in, Fußen.	Oberfläche des Kolbens, in Quadratfußen.	Dimensionen der Einströmungsöffnungen, in Zollen.	Bewegung der Schieber, in Zollen.
8	2,22	3,6	48,64	0,92	0,6648	0,8 auf 4,0	1,8
12	3,60	3,8	31,67	1,04	0,8495	1,2 auf 4,8	2,4
16	4,00	4,0	30,00	1,18	1,0936	1,2 auf 5,4	2,6
20	4,40	4,2	28,54	1,24	1,2076	1,6 auf 6,4	3,4

Tabelle

der Hauptdimensionen von doppeltwirkenden Hochdruckmaschinen mit Expansion bei ¼ des Kolbenhubs und ohne Condensation.

Spannkraft des Dampfes = 5 Atmosphären.

Kraft der Maschine, in Pferden.	Länge des Kolbenhubs, in Fußen.	Kolbengeschwindigkeit pro Secunde, in Fußen.	Anzahl der Doppelhübe pro Minute.	Durchmesser des Kolbens, in Fußen.	Oberfläche des Kolbens: im Ganzen, in Quadratfußen.	Oberfläche des Kolbens: pro Pferdekraft, in Quadratfußen.	Volumen des verbrauchten Dampfs: pro Kolbenhub, in Cubikfußen.	Volumen des verbrauchten Dampfs: pro Pferdekraft, in der Minute in Cubikfußen.	Gewicht des in jeder Minute für 1 Pferdekr. verbrauchten Dampfs, in Pf.
1	1,60	2,80	52,50	0,55	0,2375	0,2375	0,095	9,975	0,798
2	2,00	3,00	45,00	0,74	0,4300	0,2150	0,215	9,675	0,778
4	2,40	3,20	40,00	1,00	0,7850	0,1962	0,471	9,420	0,760
6	2,80	3,40	36,43	1,23	1,1876	0,1979	0,831	10,091	0,807

8	3,20	3,60	33,75	1,33	1,3471	0,1684	1,078	9,098	0,730
10	3,60	3,80	31,67	1,42	1,5829	0,1583	1,425	9,020	0,722
12	4,00	4,00	30,00	1,50	1,7662	0,1472	1,766	8,830	0,706
16	4,40	4,20	28,63	1,68	2,2156	0,1385	2,437	8,721	0,698
20	4,80	4,40	27,50	1,80	2,5434	0,1272	3,052	8,393	0,678
25	5,20	4,60	26,53	1,97	3,0465	0,1218	3,960	8,404	0,670
30	5,60	4,80	25,71	2,10	3,4618	0,1154	4,846	8,306	0,665
35	6,00	5,00	25,00	2,20	3,7991	0,1085	5,698	8,140	0,651
40	6,40	5,20	24,32	2,28	4,0807	0,1020	6,529	7,939	0,635
50	6,80	5,40	23,82	2,48	4,8281	0,0966	8,208	7,821	0,626
60	7,20	5,60	23,33	2,65	5,5127	0,0919	9,923	7,716	0,617
75	7,60	5,80	22,89	2,90	6,6018	0,0880	12,543	7,656	0,612
100	8,00	6,00	22,50	3,36	8,8623	0,0886	17,725	7,976	0,638

Eine Maschine mit 5 Atmosphären Dampfdruck und mit veränderlicher Expansion aus der Maschinenfabrik von Saulnier in Paris hatte die nachstehenden Dimensionen:

Kraft der Maschine 16 Pferde. — Durchmesser des Kolbens 16,8 Zoll. Kolbenfläche 221,8 Quadratzoll. Dieselbe Fläche beträgt auf die Pferdekraft 13,8 Quadratzoll. — Länge des Kolbenlaufs 4 Fuß. — Geschwindigkeit des Kolbens in der Secunde 4 Fuß. Anzahl der Umdrehungen der Welle, oder Doppelhübe des Kolbens in jeder Minute = 30. — Dimensionen der Oeffnungen 1,2 auf 4,8 Zoll, oder 5,76 Quadratzoll Fläche. — Verhältniß der Oeffnungen zur Kolbenfläche 10 : 385. —

Diese Maschine setzt 2 Cylindergebläse in Bewegung, deren Kolben 20,6 Zoll Durchmesser und 20 Zoll Hub haben.

Tabelle

der Hauptdimensionen von doppeltwirkenden Hochdruckmaschinen mit Condensation und Expansion bei ¼ des Kolbenhubs. Spannkraft des Dampfes = 4 Atmosphären.

Anzahl der Pferdekräfte der Maschinen.	Länge des Kolbenhubs in Fußen.	Kolbengeschwindigkeit pro Secunde, in Fußen.	Anzahl der Doppelhübe pro Minute.	Durchmesser des Kolbens, in Fußen.	Oberfläche des Kolbens		Volumen des verbrauchten Dampfes		Gewicht des in jeder Minute für 1 Pferdekraft verbrauchten Dampfes, in Pfd.
					im Ganzen, in Quadratfußen.	pro Pferdekraft, in Quadratfußen.	pro Kolbenhub, in Cubikfußen.	pro Pferdekraft in der Minute, in Cubikfußen.	
1	1,60	2,80	52,50	0,62	0,3017	0,3017	0,120	12,705	0,838
2	2,00	3,00	45,00	0,81	0,5150	0,2575	0,257	11,565	0,769
4	2,40	3,20	40,00	1,10	0,9498	0,2374	0,570	11,400	0,748
6	2,80	3,40	36,43	1,30	1,3266	0,2211	0,929	11,281	0,740
8	3,20	3,60	33,75	1,40	1,6278	0,2035	1,302	10,985	0,721
10	3,60	3,80	31,67	1,56	1,9104	0,1910	1,719	10,888	0,714
12	4,00	4,00	30,00	1,66	2,1631	0,1802	2,163	10,815	0,709

Anzahl der Pferdekräfte der Maschinen.	Länge des Kolbenhubs in Fußen.	Kolbengeschwindigkeit pro Secunde, in Fußen.	Anzahl der Doppelhübe pro Minute.	Durchmesser des Kolbens in Fußen.	Oberfläche des Kolbens im Ganzen, in Quadratfußen.	Oberfläche des Kolbens pro Pferdekraft, in Quadratfußen.	Volumen des verbrauchten Dampfes pro Kolbenhub, in Cubikfußen.	Volumen des verbrauchten Dampfes pro Pferdekraft in der Minute, in Cubikfußen.	Gewicht des in jeder Minute für 1 Pferdekraft verbrauchten Dampfes, in Pfd.
16	4,40	4,20	28,63	1,84	2,6577	0,1661	2,923	10,364	0,689
20	4,80	4,40	27,50	1,96	3,0157	0,1508	3,619	9,953	0,652
25	5,20	4,60	26,53	2,16	3,6625	0,1465	4,761	10,105	0,663
30	5,60	4,80	25,71	2,29	4,1166	0,1372	5,763	9,877	0,648
35	6,00	5,00	25,00	2,35	4,3352	0,1239	6,503	9,290	0,640
40	6,40	5,20	24,32	2,48	4,8281	0,1207	7,725	9,393	0,616
50	6,80	5,40	23,82	2,68	5,6381	0,1127	9,585	9,132	0,599
60	7,20	5,60	23,33	2,88	6,5111	0,1085	11,720	9,114	0,598
75	7,60	5,80	22,89	3,10	7,5438	0,1005	14,333	8,748	0,574
100	8,00	6,00	22,50	3,40	9,0746	0,0907	18,149	8,167	0,536

Eine zehnpferdige Maschine mit zwei Dampf-cylindern, mit 4 Atmosphären Druck und mit Condensation arbeitend, in der Maschinenfabrik von Sudds, Atkins und Barker construirt, hatte folgende Dimensionen:

Durchmesser des großen Kolbens 16 Zoll. — Oberfläche desselben 201 Quadratzoll. — Kolbenlauf 46,8 Zoll. — Geschwindigkeit des großen Kolbens in der Secunde 40½ Zoll. — Durchmesser des kleinen Kolbens 8,7 Zoll. — Oberfläche desselben = 59,4 Quadratzoll. — Dessen Hub 34,4 Zoll. — Dessen Geschwindigkeit in der Minute 29,8 Zoll. — Oeffnungen des großen Cylinders 1,2 auf 3,6 Zoll oder 4,32 Zoll Fläche. — Oeffnungen des kleinen Cylinders 1,2 auf 2,4 Zoll oder 2,9 Quadratzoll Fläche.

Aus den vorhergehenden Tabellen kann man leicht ersehen, daß unter den verschiedenen Systemen diejenigen am wenigsten Dampf, bei gleicher Kraft, verbrauchen, welche mit Expansion arbeiten, und daß unter diesen wieder solche Maschinen die vortheilhaftesten sind, bei denen Condensation angewendet ist. So ergiebt sich aus den Tabellen, daß der Dampfverbrauch bei einer 20pferdigen Maschine ohne Condensation, von 5 Atmosphären Dampfdruck, wobei der Dampf durch die ganze Länge des Cylinders mit voller Kraft wirkt, 1,294 Pfund für jede Pferdekraft und Minute beträgt, während eine Maschine von der nämlichen Stärke nnd ebenfalls ohne Condensation und mit 5 Atmospären arbeitend, wobei der Dampf aber nur ¼ des Kolbenlaufs mit voller Kraft, die übrigen ¾ desselben mit Expansion wirkt, nur 0,678 Pfund pro Pferdekraft und Minute verbraucht; daß ferner bei einer Maschine mit Condensation, mit 4 Atmosphären Druck und für den gleichen Grad von Expansion eingerichtet, der Dampfverbrauch pro Pferdekraft und Minute 0,676 Pfund nicht übersteigt.

Nimmt man also bei diesen Systemen eine vollkommen gleiche Kesselfeuerung an, wonach also 1 Pfd. Steinkohlen in den 3 Fällen dieselbe Dampfmenge erzeugt, so bemerkt man sogleich, daß der Brennstoffverbrauch im ersten Falle, wobei Maschinen ohne Expansion und ohne Condensation arbeiten, weit größer ist, als bei den anderen Systemen. Nimmt man an, daß 1 Pfund guter Steinkohle nur 6 Pfund Wasser in Dampf zu verwandeln vermag, so läßt sich der Brennstoffverbrauch einer 20pferdigen Maschine für die bemerkten 3 Systeme, wie folgt, ermessen:

a) Maschine ohne Expansion und ohne Condensation:

Dampfverbrauch pro Pferdekraft und Stunde
1,294 . 60 = 77,6 Pfund.

Verbrauch an Steinkohlen pro Pferdekraft und Stunde 77,6 : 6 = 12,9 Pfund.

b) Maschine mit Expansion und ohne Condensation:

Dampfverbrauch pro Pferdekraft und Stunde
0,678 . 60 = 40,68 Pfund.

Verbrauch an Steinkohlen pro Pferdekraft und Stunde 40,68 : 6 = 6,78 Pfund.

c) Maschine mit Expansion und Condensation.

Dampfverbrauch pro Pferdekraft und Stunde
0,679 . 60 = 40,56 Pfund.

Kohlenverbrauch pro Pferdekraft und Stunde
40,56 : 6 = 6,76 Pfund.

Es ist wahr, daß Hochdruckmaschinen, welche ohne Expansion arbeiten, die einfachsten und wohlfeilsten in Bezug auf die Construction sind, daß sie ferner den Vortheil haben, weniger Raum einzunehmen und weniger zu wiegen, als die anderen der erwähnten Systeme. Aus diesem Gesichtspunkte können diese Maschinen wohl in gewissen Fällen, beson-

dann da, wo das Brennmaterial billig ist, den Vorzug verdienen. Solche Fälle sind jedoch nicht die gewöhnlichen. Man sucht vielmehr beinahe immer den Verbrauch an Brennstoff auf das Geringstmögliche zu reduciren, und in dieser Beziehung verdienen Hochdruckmaschinen mit Expansion unter allen Umständen den Vorzug.

Man sieht jedoch aus den Tabellen, daß man, um dieselbe Kraft hervorzubringen, die Durchmesser der Kolben oder Cylinder ziemlich vergrößern muß, wenn man den Dampf in solchem Grade expandiren lassen will, wie in den beiden vorhergehenden Tabellen angenommen worden. Gewöhnlich rechnet man deßhalb nur die Hälfte, zuweilen nur ein Drittheil des Kolbenlaufes für die Expansion. Wenn man daher eine Expansionsmaschine von z. B. 20 Pferdekraft, mit 5 Atmosphären Dampfspannung, construiren will, so berechnet man die hierzu erforderlichen Dimensionen des Cylinders nicht auf Anwendung des Maximums der Expansion, sondern gewöhnlich nur auf einen mittleren Grad derselben, zwischen $\frac{1}{2}$ und $\frac{1}{3}$. Der Dampfverbrauch, und somit auch der Verbrauch an Brennstoff, ist in diesem Falle zwar beträchtlicher, als bei den oben für das zweite und dritte System berechneten Maschinen, doch aber immer geringer, als bei Maschinen ohne Expansion. Der Durchmesser des Kolbens kann dagegen um ein Merkliches verringert werden, im Vergleich zur Annahme in vorhergehenden Tabellen, und es geht daraus hervor, daß auch der Preis der Maschine gleichfalls geringer sein muß, weil gewöhnlich die Stärke aller übrigen Theile, aus denen die Maschine zusammengesetzt ist, jener Dimension proportional angenommen wird.

Beim Abschlusse von Verträgen zur Lieferung von Expansionsmaschinen ist es jederzeit rathsam, den Grad der Expansion festzusetzen, bei welcher die Ma-

schine die vertragsmäßige Kraft entwickeln soll, wodurch häufigen Conflicten zwischen Maschinenfabricanten und Käufern vorgebeugt wird.

In Bezug auf Maschinen mit Condensation bemerken wir noch, daß es sehr vortheilhaft ist, den Dampfcylinder mit einem Mantel zu umgeben, und den Dampf aus dem Kessel zuerst in diesen zu leiten, um den Cylinder in möglichst hoher Temperatur zu erhalten, indem durch die im andern Fall unvermeidliche Abkühlung der Nutzeffect bedeutend vermindert werden kann.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Hauptdaten für einige von verschiedenen Fabricanten ausgeführte Hochdruckmaschinen mit Expansion angegeben.

Hauptdimensionen verschiedener in französischen Fabriken ausgeführter doppeltwirkender Hochdruckmaschinen mit veränderlicher Expansion und ohne Condensation.

Pferdekräfte.	Durchmesser des Kolbens, in Zollen.	Länge des Kolbenhubs, in Zollen.	Kolbengeschwindigkeit pro Secunde, in Fußen.	Anzahl der Doppelhübe in der Minute.	Totaloberfläche des Kolbens, in Quadratfußen.	Oberfläche des Kolbens pro Pferdekraft, in Quadratfußen.	Spannkraft des Dampfes in Atmosphären.	Namen der Constructeure.
[illegible]	68	[illegible]	[illegible]	[illegible]	0,3630	0,1815	5½	J. F. Saulnier.
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	0,4776	0,1194	6	Cavé.
[illegible]	[illegible]	[illegible]	3,40	34	0,5672	0,0945	6½	Farcot.
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	0,9156	0,1326	5	J. F. Saulnier.
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	34	0,7694	0,0962	6	Farcot.
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	0,7339	0,0942	6	Saulnier ainé.
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	0,8167	0,1021	6	Pauwels.
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	0,9847	0,0985	6	Cavé.

Pferdekräfte.	Durchmesser des Kolbens in Fußen.	Länge des Kolbenhubs in Fußen.	Kolbengeschwindigkeit pro Secunde in Fußen.	Anzahl der Doppelhube in der Minute.	Totaloberfläche des Kolbens in Quadratfußen.	Oberfläche des Kolbens pro Pferdekraft in Quadratfußen.	Spannkraft des Dampfes in Quadratfußen.	Namen der Constructeure.
10	1,09	3,14	3,97	38	0,9327	0,0933	6	Saulnier ainé.
12	1,20	3,68	4,06	33	1,1304	0,0942	6	Saulnier ainé.
12	1,30	—	—	—	1,3266	0,1105	6	Cavé.
12	1,32	3,62	3,97	33	1,3678	0,1139	6	Pauwels.
16	1,46	4,74	4,04	26	1,6733	0,1046	5	Saulnier ainé.
16	1,68	4,00	4,00	30	2,2156	0,1385	5	J. F. Saulnier.
20	1,60	6,48	4,27	20	2,0096	0,1005	6	Farcot.
20	1,62	7,04	4,00	17	2,0602	0,1030	6	Cavé.
30	2,00	4,00	4,00	30	3,1400	0,1046	6	Pauwels.
40	2,32	9,20	4,29	14	4,2252	0,1056	6	Cavé.
50	2,44	5,20	4,24	24	4,6736	0,0934	6	Saulnier ainé.
75	3,00	4,80	4,00	25	7,0650	0,0942	6	Pauwels.

Im Allgemeinen sind diese Maschinen auf eine Kolbengeschwindigkeit von 4 Fuß in der Secunde berechnet, wenn ihre Kraft die von 8 Pferden übersteigt. Noch bemerken wir, daß, je höher der Grad der Expansion ist, mit welchem eine Maschine arbeiten soll, um so stärker die Dimensionen des Schwungrades sein müssen, welches die Ungleichheiten der Bewegung zu reguliren bestimmt ist.

In Bezug auf viele andere Theile von Mittel- und Hochdruckmaschinen gelten auch die Bestimmungen, welche bei der Berechnung der Kraft von Dampfmaschinen mit Niederdruck und Bestimmung der Dimensionsverhältnisse ihrer einzelnen Theile gegeben worden sind.

Bezüglich der Bestimmung des Gewichtes der Schwungräder bei Expansionsmaschinen bemerken wir Folgendes.

Die von Morin angeführte Formel ist auch für Expansionsmaschinen anwendbar; es ist jedoch nöthig, den Werth des Coefficienten n größer anzunehmen, als bei Maschinen ohne Expansion, indem man ohne dieses nicht die gewünschte Regelmäßigkeit der Bewegung erzielen würde. Bei der oben berechneten sechspferdigen Expansionsmaschine von Farcot gab der Constructeur dem Schwungrad einen mittleren Durchmesser von 12,6 Fuß und einen Querschnitt von 16,6 □Zoll, woraus sich (das Gewicht von 1 Cubikzoll Gußeisen = 7,2 Loth angenommen) ein Gewicht von 3,1415 . 126 . 16,6 . 7,2 = 47297 Loth = 1478 Pfund berechnet. Nimmt man, wie in den mitgetheilten Beispielen geschehen, die Zahl der Wellenumdrehungen (oder Doppelhübe des Kolbens) zu 42 in der Minute an, so beträgt die Geschwindigkeit mit welcher sich das Schwungrad in seinem mittleren

Kreise bewegt, $\frac{3,1415 \,.\, 12,6 \,.\, 42}{60} = 27\frac{3}{4}$ oder nahe an 28 Fuß in der Secunde.

Bringt man die Formel, welche das Gewicht des Schwungrades angiebt, nämlich $P = \frac{148640 \,.\, n}{m V^2} N$ in die Form $n = \frac{P m \;V^2}{148640 \, N}$ *) und setzt für P, m, V und N die vorstehend angeführten Werthe, so erhält man die Größe des von Farçot angenommenen Coefficienten $n = \frac{1478 \,.\, 42 \,.\, 28^2}{148640 \,.\, 6} = 54,6$ oder ungefähr 55.

Um die Kraft zu ermessen, welche ein solches Schwungrad bei seiner Bewegung auszuüben im Stande wäre, kann man folgende Betrachtung anstellen. Wenn das Schwungrad eine Geschwindigkeit von 28 Fuß in der Secunde angenommen hat, so kann diese Geschwindigkeit als einer Fallhöhe von 10 Fuß in der Secunde entsprechend betrachtet werden. Bei einem Gewicht von 1478 Pfd. würde daher das Schwungrad bei der angenommenen Geschwindigkeit im Stande sein, dieses Gewicht auf eine Höhe von 10 Fuß in der Secunde zu erheben, was einer Kraftäußerung von 14780 Fußpfund oder $\frac{14780}{600}$ = 24,6 Pferdekraft entspricht. Mit andern Worten, wenn das Schwungrad während einer Secunde sich selbst überlassen würde, so wäre es im Stande, eine Wirkung von 24 Pferden oder dem Vierfachen der

*) Oder für französisch-metrisches Maß und Gewicht $P = \frac{4645 \, n}{m V^2} N$, oder $n = \frac{P m \, V^2}{4645 \; N}$.

Kraft der Maschine, zu erzeugen. Unter solchen Verhältnissen befinden sich viele, sehr gut und besonders regelmäßig arbeitende Maschinen; man hat sogar verhältnißmäßig noch schwerere Schwungräder.

Im Allgemeinen sollte man bei Maschinen, welche ansehnlich expandiren, den Coefficienten n nicht kleiner als 50 annehmen, und auch diese Zahl noch angemessen vergrößern, wenn die Art der zu betreibenden Maschinen einen besondern Grad von Regelmäßigkeit der Bewegung verlangen, wie dieses z. B. bei mechauischen Flachsspinnereien der Fall ist. Für Maschinen, welche die Bestimmung haben, schwere Walzwerke in Bewegung zu setzen, soll man die Schwere der Schwungräder so berechnen, daß sie im Stande sind, in einer Secunde die 18- bis 20fache Kraft der Dampfmaschine selbst hervorzubringen. Solche Schwungräder bewegen sich mit Geschwindigkeiten am Umfang von 60 bis 80 Fuß in der Secunde.

IV. Von der Messung des Nutzeffectes, der Leistungsfähigkeit der Motoren mittelst des Dynamometers.

Um die von einer Maschine während ihrer Thätigkeit entwickelte Kraft zu messen, bedient man sich des Dynamometers, zu deutsch Kraftmessers. Der am meisten gebräuchliche ist der sogenannte dynamometrische Zaum des Baron von Prony. Dieser Apparat ist in der Fig. 25, Taf. XXXIX doppelt dargestellt; er besteht in einem Halsband oder einer Scheibe aus Gußeisen, a a, welche ganz genau

mit der Schwungradwelle centrirt ist und sich auch mit derselben umdreht. Dieser Ring wird vermöge einer Kette und der Schraubenbolzen d, d gegen ein Segment aus hartem Holz e gepreßt, das an einem tannenen Hebel l befestigt ist; dieser trägt an seinem Ende eine Wagschale. Indem man die Maschine ohne irgend eine Belastung gehen läßt, aber die Schrauben d, d hinreichend anzieht, kann man die Belastung (welche das zu treibende Werk der Maschine bereiten würde) durch eine gleich große Reibung ersetzen, von der man die richtige Größe daraus erkennt, daß sie die Maschine auf dieselbe Anzahl der Hübe pro Minute heruntergebracht hat, wie diese bei gewöhnlichem Gange vollbringt. Indem man nun auf die Wagschale so viel Gewichte setzt, daß diese den Hebel horizontal oder im Gleichgewichte mit der Reibung an der Scheibe halten, so wird dieses Gewicht die Leistung der Maschine für diesen ihren bestimmten Gang und Geschwindigkeit ausdrücken.

Um den Ring auf der Welle der Maschine zu befestigen, bildet man zuerst um diese einen Mantel aus Holz m, mit starken Ringen befestigt; darauf bringt man die Scheibe an, welche zu dem Zweck aus zwei Hälften besteht, welche mittelst Schrauben verbunden werden. Lange Stellschrauben c, c, welche durch die mit Schraubengewinde versehenen Ohren der Scheibe gehen, gestatten es, diese genau centrisch zu befestigen; sodann ist der Raum zwischen den Schrauben mit doppelten Keilen ausgefüttert, d. h. mit solchen, die gleichzeitig zwei und zwei, aber gegen einander eingetrieben werden, so daß die äußere obere Fläche ganz parallel der Achse bleibt. Dadurch gewährt die Scheibe, welche außerdem auswendig sorgfältig abgedreht ist, eine mit der Welle der Maschine genau concentrische, cylindrische Fläche. Das Segment e, bestimmt zur Hervorbringung der Rei-

bung, ist auf den Grad in den Hebel l geschoben und so, wie der Hebel, mit mehreren Löchern durchbohrt, welche das nöthige Oel zum Schmieren der Scheibe durchlassen. Die Kette, oder das gegliederte Band, welche die Scheibe umspannt, ist aus platten Gliedern zusammengesetzt, die aus Blechstücken mit Verbindungscharnieren bestehen. Ihre Enden gehen an die Schraubenbolzen d, d, deren Muttern breite und starke Unterlagsscheiben haben. Weil der Hebel durch die Drehung der Welle gehoben und mitgeführt würde, wenn die Schrauben zu fest angezogen wären, oder im entgegengesetzten Falle herunterschlagen würde, so bringt man über demselben eine wohlbefestigte Strebe an und stellt unter ihn einen Schemel oder Bock, welche nun seine Schwingungen begrenzen.

Ist nun der Apparat der Art aufgestellt, so bringe man auf die Wagschale das wahrscheinliche (ungefähre) Gewicht, welches der Leistung der Maschine entspricht, und drehe die Schraubenmuttern der Kette mit Vorsicht so weit, daß der Hebel horizontal gehalten wird, oder wenigstens keine bedeutende Schwankungen zwischen seinen Haltpuncten macht. Dadurch wird die Maschine nun eine gewisse Geschwindigkeit angenommen haben. Ist diese stärker oder schwächer als diejenige, für welche die Prüfung statt haben soll (als die normale), so fügt man Gewichte hinzu oder nimmt weg, je nach den Umständen. Hat man in dieser Art die bestimmte Geschwindigkeit oder die Zahl der Umdrehungen in einer Minute erlangt, so notire man das auf der Schale befindliche Gewicht; und dieses giebt die gesuchte Leistung. Denn da die Reibung an dem Segmente in der Maschine dieselbe Geschwindigkeit bedingt, wie deren normale Belastung, so folgt daraus, daß diese Reibung gleich der normalen Belastung ist. Nun aber hält auch das Gewicht P der Reibung am Segment das Gleichgewicht, denn

wäre diese größer, so würde sie das Gewicht heben, und wäre sie im Gegentheil kleiner, so würde das Gewicht sie überwältigen und der Hebel sich nicht mehr horizontal halten. Demnach drückt also das Gewicht P die Leistung der Maschine für ihre bestimmte Geschwindigkeit aus; nur müssen zwei Umstände wohl berücksichtigt werden: 1) daß die Geschwindigkeit der Maschine während der Dauer des Versuches keine zufällige oder solche sei, die aus einer Anhäufung der Kraft in den Massen der Maschine entstanden ist, vielmehr eine constante Geschwindigkeit, wie sie die Maschine fortwährend behält, indem sie ihre ordinäre Belastung überwältigt: man sehe also darauf und versichere sich genau, daß die Geschwindigkeit bei den Versuchen nicht bemerkbar schwanke. 2) Das Gewicht P besteht nicht allein aus den aufgestellten Gewichtsblöcken, sondern nicht minder auch aus dem Gewicht der Wagschale selbst und der Wirkung der Schwere auf den Hebel in dem Puncte n. Um dieses Gewicht zu bestimmen, kann man den Hebel mit der Schale mittelst einer gewöhnlichen Wage, die man an der Decke aufhängt, abwägen.

Man hat demnach das Maß der Wirkung der Maschine auf den Punct n. Man weiß ferner, daß die Wirkungen (Nutzleistungen) einer Maschine für verschiedene Puncte im umgekehrten Verhältniß zu den Geschwindigkeiten stehen, welche diese Puncte für den Fall der Bewegung annehmen würden. Dadurch kann nun leicht die Leistung für jeden andern Punct gefunden werden. Nennt man die Geschwindigkeit, welche der Punct n annehmen würde, V, und v die Geschwindigkeit bei der gewöhnlichen Belastung der Maschine, so ergiebt sich die der Maschine zum Bewegen dieser Belastung durch den Ausdruck:

$$\frac{PV}{v}$$

Da endlich der Nutzeffect einer Maschine für eine Zeiteinheit gleich ist jenem Drucke, welchen sie ausübt, multiplicirt mit der Geschwindigkeit des Angriffspunktes, so hat man für den Nutzeffect der Maschine den Ausdruck:

$$\frac{PV}{v} \cdot v = PV.$$

Z. B. Wenn das ganze Gewicht der Platte 300 Pfund, die Zahl der Umdrehungen der Welle in der Minute 30 beträgt und der Halbmesser au oder $R = 10$ Fuß ist, so wird $v = 30 \times 3{,}1416 \times 2 \times 10 = 1885$ Fuß pro Minute, und der Nutzeffect der Maschine wird sein: $PV = 300 \times 1885 = 565500$ Pfund 1 Fuß hoch pro Minute gehoben.

Ist nun die Geschwindigkeit für den Punct der Belastung 200 Fuß in der Minute, so wird der Druck zur Wältigung dieser Belastung sein:

$$\frac{PV}{v} = \frac{565500}{200} = 2827{,}5 \text{ Pfund.}$$

Solche dynamometrische Messungen können auch an jeder andern nicht zu großen, aber ausreichend starken Scheibe auf der Triebwelle vorgenommen werden. Man sorge dabei für reichliche Schmiere und halte Wasser zum Abkühlen der reibenden Theile bereit.

Die Stärke der Maschinen und der Motoren überhaupt, ebenso der Kraftverbrauch der Arbeitsmaschinen, wird in Pferdekräften ausgedrückt. Diese Pferdekraft hat einen bestimmten, jetzt fast allgemein gleich groß angenommenen Werth oder Ausdruck erhalten in der Gewichtsmasse, die pro Secunde oder pro Minute auf eine Einheit des Län-

genmaßes gehoben wird. Je nach den bestehenden Gewichts- und Längenmaßen der verschiedenen Länder ist die Pferdekraft gleichzustellen mit:

75 Kilogr. 1 Met. hoch pro Secunde = 4500 Kil. 1 Met. hoch pro Minute.

510 Pfund preuß. 1 Fuß hoch pro Secunde = 30640 Pfd. 1 Fuß hoch pro Minute.

424 Pfund 1' hoch pro Secunde = 25420 Pfd. 1' hoch Wiener Maß pro Minute.

500 Pfund 1' hoch pro Secunde = 30000 Pfd. 1' hoch Schweizer Maß pro Minute.

542 Pfund 1' hoch pro Secunde = 32550 Pfd. 1' hoch Engl. Maß pro Minute.

560 Pfund 1' hoch pro Secunde = 33600 Pfd. 1' hoch Würtemb. Maß pro Minute.

Nimmt man im obigen Beispiele Preuß. Maß und Gewicht an, so erhält man:

$\frac{565500}{30640}$ = 15,018 oder $15\frac{1}{54}$ Pferdekräfte, als die wirkliche Leistungsfähigkeit der Maschine.

V. Auszug aus den Gesetzen und Verordnungen verschiedener Staaten über die Anlage der Dampfkessel und der Dampfmaschinen.

A. Preußen.

Die Ertheilung der Concession zur Anlage einer Dampfmaschine, eines Dampfkessels oder Dampfentwicklers ist jetzt in allen Fällen von der betreffenden Regierung zu beurtheilen, resp. zu vergeben.

Das Gesuch (auf Stempelpapier von ½ Rthlr.), in Begleitung der Zeichnungen und Beschreibungen, wird bei der Ortspolizeibehörde eingereicht, welche es, behufs Begutachtung durch einen Regierungs-Bauinspector, weiter befördert. Erklärt dieser die Anlage für zulässig, so erfolgt die öffentliche Bekanntmachung des Vorhabens mit der Aufforderung wegen etwaiger Einspruchs-Erhebung, wofür vier Wochen nach Ausgabe der Anzeige gestattet sind. — Für den Fall, daß keine Beschwerden erhoben worden sind, ertheilt und fertigt alsdann die Regierung die Concession aus; andernfalls entscheidet sie unter Berücksichtigung der [illegible]

natürlichen Größe. (Man sehe Gesetzsammlung vom 21. Mai 1835).

Dampfkessel dürfen nur dann in Gebäuden, die zugleich als Wohnung oder Werkstätten dienen, aufgestellt werden, wenn dieselben nicht über 6 Atmosphären-Druck Dämpfe erzeugen und ihre Capacität, d. h., ihr Wasser- und Dampfraum, sowie die Feuerfläche, ein bestimmtes Maß nicht überschreitet. Demzufolge ist es noch möglich, einen 3pferdigen Dampfkessel in solcher Lage unterzubringen; größere bedürfen eines besondern Kesselhauses, das wenigstens an zwei freistehenden Seiten mit schwachen Umfassungsmauern versehen, nicht überwölbt und ohne regelmäßige Balkenlage sein soll.

Dieses Kesselhaus soll zu keinem andern Zwecke dienen.

Zwischen den Wandungen freistehender Kessel oder zwischen dem Rauhgemäuer der eingemauerten und den Wänden des Kesselhauses soll ein freier Zwischenraum von mindestens 2 Fuß bleiben. Der Kesseldom darf nur mit Lehm, Asche oder Lohe zugedeckt werden.

Metallene und massive Schornsteine aus Mauerwerk sind gestattet. Die Höhe des Schornsteines soll bei kleinen Kesseln und bei nicht stark rauchendem Brennstoff so groß sein, daß die Mündung 18 Zoll über den First des nächsten Nachbarhauses ragt.

Bei größern Kesseln und bei Anwendung von Rauch gebendem Brennstoffe soll die Höhe mindestens 60 Fuß betragen.

In der Nähe nachbarlicher Grundstücke gelegen, sollen die Schornsteine sowohl im Fundamente als über der Erde eine solche Stärke haben, daß erforderlichen Falles noch eine Erhöhung durch Mauerwerk oder ein Eisenblechrohr gemacht werden kann. Eine solche Erhöhung kann bei den kleinen Kesseln nicht

weiter als bis zu 60 Fuß ganzer Höhe verlangt werden. — Jeder Kessel soll mit mehr als einer der besten Vorrichtungen zum Erkennen des Wasserstandes versehen sein.

Zuverlässige Speisevorrichtungen werden verlangt, und es ist speciell für die Druckpumpen, welche Wasser direct in den Kessel drücken, vorgeschrieben, daß die untere Fläche des Druckkolbens auf seinem höchsten Stande noch 6 Zoll unter dem niedrigsten Wasserstande des zugehörenden Wasserbehälters liege, daß also der Pumpenkörper auf jeden Fall mit Wasser stets gefüllt werde.

Ein oder zwei zweckmäßige Sicherheitsventile sollen zusammen wenigstens so viel Oeffnung haben, als der $\frac{1}{3000}$ Theil der Feuerfläche beträgt.

Außerdem ist ein Manometer an dem Kessel oder den Dampfleitungsröhren anzubringen.

Durch den Dampfraum eines Dampfkessels darf kein eisernes Rauchrohr geführt werden.

Aus Messingblech dürfen nur Siede- und Feuerröhren bis zu 4 Zoll innerem Durchmesser gemacht werden, und des Gußeisens darf man sich zu Sieideröhren bis zum innern Durchmesser von 18 Zoll bedienen. Jede andere Verwendung zu Kesselwänden ist untersagt.

Die speciellen Vorschriften über die Stärke [illegible] Materials und der Platten können hier nicht [illegible] gegeben werden; man sehe deßhalb das [illegible] vom 6. Mai 1838 nach.

Die Formel, wonach die Blechdicke [illegible] für 15 Fuß vom Feuer entfernt und [illegible] Wände berechnet wird, ist:

$$e = \frac{1}{2} d . (b^{0,0 \ldots} - 1) \ldots$$

Dabei bezeichnet e die Wanddicke [illegible] messer in Zollen, n die Atmosphären [illegible] äußern Luftdruck, und b den Zahlen [illegible]

Sieberöhren werden 1,6mal so stark genommen, als sich nach obiger Rechnung ergiebt, die Bleche eines Kessels über dem Rost 1,5mal so stark; die Bleche von 5′ bis zu 15′ vom Feuer 1,2 mal so stark als obiges Resultat. Für kupferne Kessel gelten dieselben Vorschriften. Die Wandstärke der Sieberöhren aus Gußeisen wird berechnet nach der Formel:

$$e = \tfrac{1}{2} . d . (b^{0,01 . n} - 1) + \tfrac{1}{5}.$$

Die Bedeutung der Buchstaben ist wie oben.

Rauchröhren aus Eisenblech haben für ihre Wandstärke die Formel:

$$e = 0{,}0067 . d \sqrt[3]{n} + 0{,}05,$$

wobei e, d und n wie oben.

Cylindrische Feuer- oder Rauchröhren aus Messingblech bekommen die Dicken nach der Formel:

$$e = 0{,}01 . d . \sqrt[3]{n} + 0{,}07.$$

Tabelle

der erforderlichen Stärken für Eisen- und Kupferbleche.

Durchmesser d. Dampfkessel oder Siederöhren.	Wandstärken für nachstehende Atmosphärenpressungen über den äußeren Luftdruck.										
	0	½	1	1½	2	2½	3	3½	4	4½	5
	Zoll		Zoll		Zoll		Zoll		Zoll		Zoll
3	0,1	0,102	0,105	0,107	0,109	0,111	0,114	0,116	0,118	0,120	0,123
4	"	,103	106	,109	112	,115	118	,121	124	127	130
6	"	,105	109	,114	118	,123	127	,132	137	141	146
9	"	107	114	,121	127	,134	141	,148	155	161	168
12	"	109	118	,128	136	,146	154	,164	173	182	191
15	"	111	123	,135	145	,157	168	,180	192	202	214
18	"	114	127	,141	154	,168	181	,195	210	222	237

Durchmesser der Dampfkessel oder Sieteröhren.	Wandstärken für nachstehende Atmosphärenpressungen über den äußeren Luftdruck.										
	0	½	1	1½	2	2½	3	3½	4	4½	5
21	=	116	132	148	163	180	194	211	228	243	260
24	=	118	136	155	172	191	208	227	246	263	282
27	=	120	141	162	181	203	222	243	265	284	305
30	=	123	145	169	190	214	235	259	283	304	328
33	=	125	150	176	199	225	249	275	301	324	351
36	=	127	154	183	208	237	262	291	320	345	374
39	=	129	159	190	217	248	276	307	338	365	396
42	=	132	163	197	226	260	289	323	356	886	419
45	=	134	168	204	235	271	303	339	375	406	442
48	=	136	172	210	244	282	316	354	393	426	465
51	=	138	177	217	253	294	330	370	411	447	488
54	=	140	181	224	262	305	343	386	429	467	510
57	=	143	186	231	271	317	357	402	448	488	533
60	01	145	190	238	280	328	370	418	466	508	556

Die Untersuchung der fertigen Anlage vor der Ingangsetzung durch den bestallten Baubeamten hat binnen drei Tagen nach geschehener Anzeige zu erfolgen, und die Bescheinigung hierüber, so wie die Erlaubniß zum Gebrauch und zum Betrieb, muß binnen den drei darauf folgenden Tagen ausgefertiget werden.

B. Frankreich.

Die königlich französische Verordnung in Betreff der Dampfmaschinen und der Dampfkessel (mit Ausnahme jener auf Schiffen) findet man in dem Bulletin de la Société d'Encouragement, Februar 1844, und daraus übersetzt in Dingl. polytechn. Journal, 92. Bd., Seite 212 und weiter.

Der Präfect des Departements hat die Bewilligung der Anlage zu ertheilen.

Das Gesuch muß enthalten:

a) das Maximum des Dampfdruckes in Atmosphären;
b) die Kraft der Maschinen oder Kessel in Pferden, 75 Kilogramm 1 Meter hoch pro Secunde gehoben;
c) Form und Cubik-Inhalt der Kessel;
d) den Ort und die Stelle, wo sie hingelegt werden;
e) die Art des Brennstoffs;
f) den Industriezweig, der damit betrieben werden soll.

Die Berg-Ingenieure, oder in deren Ermangelung die Straßen- und Brückenbau-Ingenieure, geben ihr Gutachten ab und leiten die Proben.

Dampfkessel, Sieder und Dampfreservoire, die gußeisernen Cylinder der Dampfmaschinen und die gußeisernen Hüllen der Cylinder müssen mit der Druckpumpe geprüft werden.

[illegible] Kessel rc. werden auf den drei: [illegible], [illegible]eiserne auf den fünffachen Druck ge: [illegible] der sie gewöhnlich arbeiten sollen; die [illegible] der Maschinen auch auf den dreifachen [illegible] des Eisenbleches an den Kesseln darf nie [illegible] 15 Millimeter, 6¾ preuß. Linien [illegible]

[illegible] Stücke der Kessel müssen stärker genom: [illegible]. Die Kessel werden nach bestandener [illegible] und Probe mit den betreffenden Stem: [illegible].

[illegible] Seiten werden nicht probirt, [illegible] in ihnen nicht mehr als an: [illegible] beträgt.

[illegible] — an jedem Ende des [illegible] werden verlangt.

[illegible] werden gestempelt.

[illegible] soll am Kessel, dem Stand des [illegible], und nicht auf den Leitungsröhren [illegible].

[illegible] Druck unter 4 Atmosphären bekommen [illegible].

[illegible] Kessel wird durch einen deut: [illegible] Gemäuer des Ofens bezeichnet, [illegible] 1 Decimeter über den Feuer: [illegible].

[illegible] mit Lärmpfeife muß letztere [illegible], wenn das Wasser 5 Centimeter [illegible] sein sollte.

[illegible] Kessel soll haben: jenen Schwim: [illegible] Indicatorröhre und verschie: [illegible].

[illegible] der Maschinen und Kessel müssen [illegible] Sicherheits= rc. Vorrichtungen Reservestücke [illegible] eine Quantität Quecksilber zum [illegible] des Manometers besitzen.

Beträgt das Product aus dem Inhalt eines Kessels (in Cubikmetern) und der Atmosphärenpressungen des Dampfes nicht über 3, so darf er noch in jeder Werkstätte aufgestellt werden.

Locomobile (transportable) Maschinen werden nur auf den zweifachen Druck geprüft, wenn sie Kessel nach dem Röhrensysteme haben; andernfalls gelten die vorhin angegebenen Vorschriften. Bei ihnen wird immer der geschlossene Manometer oder Thermo-Manometer angewendet.

Kessel, die mit scharfem Wasser gespeis't werden müssen, sollen nie mit mehr als $1\frac{1}{2}$ Atmosphären Druck arbeiten.

Tabelle

der Wandstärken für Kessel aus Eisen- und Kupferblech.

Durchmesser der Dampfkessel.	Zahlen der die Spannungen des Dampfes anzeigenden Stempel.						
	2	3	4	5	6	7	8
Meter.	Millimeter.				Millimeter.		
0,50	3,90	4,80	5,70	6,60	7,50	8,40	9,30
0,55	3,99	4,98	5,97	6,96	7,95	8,94	9,93
0,60	4,08	5,16	6,24	7,32	8,40	9,48	10,56
0,65	4,17	5,34	6,51	7,68	8,85	10,02	11,19
0,70	4,26	5,52	6,78	8,04	9,30	10,56	11,82
0,75	4,35	5,70	7,05	8,40	9,75	11,10	12,45
0,80	4,44	5,88	7,32	8,76	10,20	11,64	13,08
0,85	4,53	6,06	7,59	9,12	10,65	12,18	13,71
0,90	4,62	6,24	7,86	9,48	11,10	12,72	14,34
0,95	4,71	6,42	8,13	9,84	11,55	13,26	14,97
1,00	4,80	6,60	8,40	10,20	12,00	13,80	15,60

Um die den Blechen zu gebende Stärke zu erhalten, muß der in Metern und Decimalbrüchen des Meters ausgedrückte Durchmesser des Kessels multiplicirt werden mit dem in Atmosphären ausgedrückten effectiven Dampfdrucke und mit der fixen Zahl 18; man nimmt dann den zehnten Theil dieses Productes, und addirt zu demselben die fixe Zahl 3. Das Resultat ist in Millimetern die Stärke der Bleche. Formel:

$$e = 1{,}8\ d\ (n-1) + 3\ \text{Millimeter}.$$

C. Belgien.

Die königlich belgischen Verordnungen und Instructionen über die Dampfmaschinen findet man, als besondere Brochüre gedruckt, unter dem Titel:

Machines à vapeur. Arrêtés et instructions. Bruxelles, chez B. J. Vandooren. 1844. Preis $1\frac{1}{2}$ Fr.

Die Bergwerksingenieure haben die Beaufsichtigung der Kessel und der Dampfmaschinen.

Die Dampfmaschinen für Staatseisenbahnen werden von den hierbei angestellten Ingenieuren geprüft.

Die betreffende Eingabe muß an den Gouverneur der Provinz gemacht werden und den Namen und Wohnort des Constructeurs, den Aufstellungsort und die Bestimmung zu welchem Zweck, enthalten. Der Gebrauch gußeiserner Kessel und Sieberöhren ist verboten.

Für die Wandstärken der Eisen- und Kupferbleche gilt die Tabelle wie bei „Frankreich".

Die Berührungsflächen der Sicherheitsventile dürfen nicht größer als 2 Millimeter sein. Jeder Kessel soll zwei Ventile haben, wovon das eine unzugänglich für Jeden, mit Ausnahme des Vorstehers des Etablissements, ist.

Jeder stationäre Kessel soll ein offenes Manometer haben, dessen innerer Durchmesser die Hälfte des Durchmessers von den vorgeschriebenen Sicherheitsventilen betragen soll, und dessen Höhe die bestimmte Höhe des Quecksilbers für den gewöhnlichen Dampfdruck nicht um mehr als 40 Centimeter (15½ Zoll) übersteigen darf. Schiffs- und Locomotivenkessel bekommen geschlossene Manometer.

Zum Erkennen des Wasserstandes soll dem Maschinisten oder Heizer auf seinem Stande so nahe als möglich ein Schwimmer oder Glasrohr mit Hähnen denselben anzeigen.

Jeder Kessel, der Dämpfe über eine Atmosphärenpressung (d. h. von irgend einem Ueberdruck) liefern soll, wird auf den 3fachen Druck geprüft.

Die Kessel können in den Constructionswerkstätten probirt werden, welches aber eines eignen Gesuches an den ersten Provincialbeamten bedarf, worin angegeben ist: der Name der Werkstätte, der Zweck des Kessels, das Material, die Form, seine Dimensionen und Wandstärken, die Pressung des Dampfes. Ehe der Kessel in Gebrauch genommen werden darf, hat der Unternehmer das Gesuch einzureichen, welches außer dem vorher Besagten noch enthält:

Durchmesser der Sicherheitsventile und deren Belastungsgewichte;
Dimensionen des offenen Manometers;
Beschreibung des Wasserstandzeigers;
Heizfläche des Bodens (directe) und der Seiten (die indirecte);
das System der Maschine, die Kraft in Pferdekräften, Kolbendurchmesser, Größe des Hubes, Zahl der ganzen Hübe.

Um die Wasserprobe anzustellen, muß der Unternehmer Alles in Bereitschaft stellen und auch alles daraus Entstehende tragen. Hat aber die Probe

anderswo Statt gefunden, so ist dieses durch Attest des Gouverneurs jener Provinz zu bescheinigen, in der die Probe geschehen ist. Die Kessel für die Locomotiven zu Land und zu Wasser und die stationären, welche in den Ateliers geprüft worden sind, bekommen einen Stempelschlag, welcher die Dampfspannung bezeichnet, für welche sie probehaltig befunden sind.

Nur erfahrene, bewährte Arbeiter sollen als Maschinisten und Heizer angestellt werden.

Die beauftragten Ingenieure sollen mindestens einmal im Jahre die Dampfkessel und Maschinen ihres Bezirkes untersuchen und darüber in einem eignen Rapport über jede einzelne berichten. In zweifelhaften oder bedenklichen Fällen kann der Gouverneur eine nochmalige Probe anordnen.

Die Kosten der ersten Probe, die Reisediäten ꝛc. trägt der Unternehmer; für die späteren Untersuchungen und besondere Proben wird nichts verrechnet. Der Minister berichtet alljährlich im Moniteur über die Unfälle der verschiedenen Maschinen und der Systeme, wobei auch die Namen des Constructeurs und des Besitzers genannt werden sollen.

Die Locomotivkessel werden nur auf den $1\frac{1}{2}$fachen Druck geprüft, den sie gewöhnlich aushalten sollen. Die Probe wird an jeder Locomotive alljährlich einmal vorgenommen. Wenn die Kopfplatten sich dabei mehr als 6 Millimeter ($\frac{1}{4}$ Zoll englisch) von einander entfernen, so darf der Kessel nicht mehr in diesem Zustande gebraucht werden.

Auf den Schiffen waren früher die Hoch- und Mitteldruck-Kessel verboten, welches Verbot aber durch Verordnung vom 8. October 1842 aufgehoben ist.

VI. Angaben über den Kraftbedarf zu verschiedenen Fabricationszweigen.

(Nach Rößler's „Hülfsmitteln").

Hierbei ist die Pferdekraft zu verstehen. Für die einzelnen Maschinen gilt die Angabe für die rein auf die Arbeitsmaschine oder das Werkzeug übertragene Kraft; für Kraftverlust in den Transmissionen, den Wellbäumen, Rädern u. s. w. ist je nach der Ausdehnung und Vielheit jener Theile noch besonders zugegeben. Der Fabricant oder Unternehmer thut immerhin wohl, seine Kraftmaschine, den Motor, um $\frac{1}{6}$ bis zu $\frac{1}{4}$ stärker zu nehmen, als er anfänglich an Kraft zu verwenden gedenkt.

Bei den Dampfmaschinen hat man ein vorzügliches Mittel in der veränderlichen Expansion, um mit mehr oder weniger Kraftentwickelung die Maschine gebrauchen zu können. Die Grade der Expansion, welche man heutzutage bei stationären Maschinen, aus vorzüglichen Maschinenfabriken hervorgehend, einrichtet, sind bei $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{2}$ und $\frac{2}{3}$ des Kolbenhubes.

In Nachstehendem ist nach Möglichkeit die alphabetische Ordnung der Fabricationen beibehalten worden.

Baumwollen-Spinnerei und -Weberei.

4—500 Mulespindeln erfordern 1 Pferdekraft. Für die Nummern 40—60 zu spinnen, kann man jetzt bei vervollkommneten Maschinen nur 400—450 Spindeln auf die Pferdekraft rechnen.

300 Spindeln der selbstwirkenden Mulemaschine und 180 Drosselspindeln erfordern 1 Pferdekraft.

60 Webstühle, 5 Schlichtmaschinen, 1 Zettelmaschine verlangen 5 Pferdekräfte.

1 Appretirmaschine wird zu 1 Pferdekraft angesetzt.

1 Waschrad von 6½ Fuß Durchmesser, 2½' Breite, das 23—25 Umdrehungen in 1 Minute macht, wäscht und reinigt in 1 Stunde 32 Stück ¾ breite Kattune. Die letzte Wäsche dauert für 8 Stück 12—15 Minuten ununterbrochen fort. Es bedarf 2 Pferdekräfte.

Bohrmaschinen.

Zum Ausbohren der Geschütze bedarf man 3 bis 4 Pferdekräfte, wenn das Rohr 10—12 Umdrehungen in der Minute macht.

Für Cylinder zu Dampfmaschinen, Gebläsen u. s. w. auszubohren, rechnet man 2—3 Pferdekräfte. Die Geschwindigkeit der Bohrstühle soll 6½ Fuß in der Minute nicht überschreiten. Es ist rathsam, die letzte Bohrung noch langsamer geschehen zu lassen, und es soll diese auch ohne die geringste Unterbrechung bis zu Ende durchgeführt werden.

Eisenbereitung und Verarbeitung.

Der Gichtenzug für einen mittleren Hochofen erfordert beständig 2 Pferdekräfte, wenn die Materialien von der Hüttensohle bis zur Gicht, also auf die ganze Höhe des Ofens gehoben werden sollen. Man wendet mit großen Vortheil die Förderung mittelst herabsinkender Wasserkübel an, welche den Gichtenwagen oder Schlitten direct heben. Diese Kübel werden aus einem Reservoir gefüllt, das durch eine Pumpe an der Gebläsemaschine fortwährend gespeis't wird. Diese regelmäßige Wasserhebung stört nicht

den Gang des Gebläses durch eine momentane Belastung und ist sehr leicht und zweckentsprechend einzurichten.

Gebläsemaschinen.

Um mit kaltem Wind und bei Coaksbetrieb 2 bis 2½ Tons = 2000—2500 Kilogramm Roheisen wöchentlich zu erzeugen, bedarf man 1 Pferdekraft. Bei heißem Wind ⅔ Pferdekraft.

1 Pferdekraft giebt 152 Cub.' Luft mit 2 Pfd. Pressung pro □Zoll.

0,3 Pferdekräfte geben 1 Cub.-Meter = 32,34 Cub.' preuß. Wind von 7—8 Centimeter Quecksilbersäule oder etwa 2 Pfund Druck auf den □Zoll.

Die kleinsten Holzkohlenöfen bedürfen 700, die größten Coaksöfen 3000—3500 Cub.' Wind pro Minute, und zwar letzteren mit einer Pressung von 3—3½ Pfund auf den □Zoll.

Eine Dampfmaschine von 20 Pferdekräften betreibt einen Hohofen mit circa 1100—1200 Cub.' und 1 Cupolofen mit 7—800 Cub.' Luft — die auf 200° erhitzt wird und 1½—1¾ Fuß Wassersäule Pressung hat. Die Gase des an der Gicht geschlossenen Ofens werden bis unter die Hüttensohle geführt, woselbst der Winderhitzungsapparat und der Dampfkessel stehen.

Jeder Hohofen liefert so viel Gase, daß ein Dampfkessel für die Gebläsemaschine vollständig gefeuert werden kann, sei er nun auf der Gicht oder auf der Hüttensohle befindlich. Man ist demnach mit dem Hohofen nicht im Geringsten an eine Wasserkraft oder auf besondere Feuerung des Dampfkessels verwiesen. Doch muß die Feuerung (der Ofen) des Dampfkessels zu Anfang der Campagne das Anheizen auf einem Roste in der gewöhnlichen Art ge-

itten, bis im Ofen Spannung herrscht und Gase
mmen.

Es ist von Vortheil, nur einen Gebläsecylinder
nehmen, aber den Windleitungen recht großen
uerschnitt und dem Regulator, d. h. dem Trockenre-
ılator, mindestens den 25fachen Inhalt des Cylinders
geben. Zu solchen Regulatoren, die man dann
icht auf das 60- und 100fache Volumen des Cy-
nders bringen kann, dienen unterirdische Steinge-
ewölbe im Hüttengebäude 2c., die gut gearbeitet und
iit hydraulischem Cement verputzt sein müssen.

Für Schlacken- und andere Poch-Werke,
berhaupt für die Stampfwerke, findet man die
enöthigte Kraft, indem man das Gewicht der Stem-
el mit der Hubhöhe in Fußen und der Zahl der
Hübe pro Minute multiplicirt, und zu diesem Pro-
ucte noch:

a) dessen Hälfte fügt, wenn die Stempel Hebe-
atten haben;

b) davon $\frac{1}{3}$ zusetzt, wenn keine Hebelatten vor-
handen und die Daumen nach der Abwalzungslinie
gerundet sind.

Stabeisenbereitung.

30 Pferdekräfte zängen und walzen die Luppen
im Betrag von 200 Tons = 200,000 Kilogr. pro
Woche aus.

1 Blechwalze erfordert je nach der Blechdicke
20—45 Pferdekräfte.

Um 1 Ton = 1000 Kilogr. Stabeisen mitt-
lerer Façon pro Woche zu erzeugen, werden 0,56
Pferdekräfte erfordert.

Leblanc giebt folgende Data über Kraftbedarf:
für einen Zängehammer . 15—20 Pferdekräfte,
" eine Quetsche . . . 12—15 "

für ein Zängewalzwerk . .	10—12	Pferdekr.
„ eine Stabeisenwalze .	7—8	„
„ eine Reckeisenwalze .	4—5	„
„ eine Reifeisenwalze . .	4—5	„
„ eine Bandeisenwalze .	3—4	„
„ eine Blechwalze	15—16	„
„ eine Walzendrehbank .	2	„
„ eine Scheere	2—2½	„
„ eine Platinenwalze . .	4—5	„
„ eine kleine Scheere . .	¾—1	„
„ ein Schneidewerk . .	3—4	„

Man nimmt für den Betrieb eines Zängeha
mers meistens eine besondere Dampfmaschine v
15—20 Pferdekräften. Sehr vortheilhaft sind d
[illegible] Dampfhammerwerke, welche Veränderun
des Hubes und der Geschwindigkeit gestatten, au
den Hammerschlag regulirbarer machen. Zängehamme
[illegible] sind nur da nöthig, wo schwere Luppe
für Achse oder [illegible] Maschinenstücke geschmiede
werden sollen. Für die Erzeugung des gewöhnlichen
[illegible] zu ordinären, gangbaren Stabeisen
[illegible] besser. Unter diese
ist den [illegible] wiederum der Vorzug zu geb

Zur Speisung der Dampfkessel während lang
Pausen ist eine Dampfpumpe von circa 1 Pferd
kraft angeordnet [illegible].

So wie die Kessel der Gebläsemaschinen u
[illegible] und [illegible] durch die abgehenden G
geheizt werden können, so ist es ausführbar mit d
entweichenden Flammen der Puddel- und Schweiß
die Kessel für die [illegible] zu heiz
Braucht man nur noch einen Reservekessel mit gewö
licher [illegible] für außergewöhnliche Fäl
so ist man mit der Anlage eines Stabeisenwalzwerk
auch nur an den Ort gebunden, der in Hinsicht d
Bezuges von Roheisen und Brennstoff, der Beis
[illegible] und des Absatzes günstig gelegen ist.

Eisengiesserei, Umschmelzen in Cupolöfen.

Für kleine Oefen bis zu 24 Zoll Durchmesser
ıd bis zu 8' Höhe reichen die Ventilatoren voll-
ındig aus; grösseren — bis zu 3' Durchmesser hal-
nden — Oefen werden in der Regel Cylindergebläse
geben.

Eine Dampfmaschine von 2—2½ Pferdekräften
eibt den Ventilator von 31" Durchmesser, 8" Breite,
r 10 Schaufeln hat, 4 Zoll excentrisch steht und
)0—1200 Umdrehungen in der Minute vollbringt.
)er Ofen hat 18" Durchmesser an der Düse, oben
6" und 6' Höhe. Der Durchmesser der Düse ist
½ Zoll. Bei einem Versuche ergab sich die Wind-
ressung ganz nahe der Düsenöffnung zu 30 Linien
)ueckfilbersäule, welches einem Drucke von 0,15 Pf.
uf den Quadratzoll entspricht. Die unter diesen
mständen in den Ofen getriebene Luft betrug 600
is 626 Cub.-Fuss pro Minute. — Der Ofen hält
000—1200 Pfund geschmolzenes Eisen.

Ein ähnlicher Ventilator versorgt 15 Schmiede-
uer ausreichend mit Wind, wobei zudem die Leit-
öhren sehr lang sind.

Zum Reinigen des Eisens von der Schlacke,
) wie überhaupt für das Giessen vieler kleiner Stücke,
. B. der Gegenstände der Poterie ꝛc., sind die
)efen mit Vor- oder Schöpfherd zu empfehlen.

Man fand bei Umänderung eines Cylinderge-
läses in ein solches mit Ventilator, dass, um drei
)efen zu betreiben, jetzt nur 4 Pferdekräfte nöthig
aren, wo es früher deren 10 bedurfte. In ge-
öhnlichen Oefen und bei kaltem Wind braucht man
2—25 Pfund Coaks für 100 Pfund Eisen einzu-
hmelzen. Der Abgang beträgt je nach der Reinheit
es Eisens 6½—10 8. Bei sehr guten Oefen, die

für ein Zängewalzwerk . .	10—12	Pferdekräfte,
„ eine Stabeisenwalze .	7—8	„
„ eine Reckeisenwalze . .	4—5	„
„ eine Reifeisenwalze . .	4—5	„
„ eine Bandeisenwalze .	3—4	„
„ eine Blechwalze . . .	15—16	„
„ eine Walzendrehbank .	2	„
„ eine Scheere	2—2½	„
„ eine Plattinenwalze . .	4—5	„
„ eine kleine Scheere . .	¾—1	„
„ ein Schneidewerk . .	3—4	„

Man nimmt für den Betrieb eines Zängehammers meistens eine besondere Dampfmaschine von 15—20 Pferdekräften. Sehr vortheilhaft sind die verticalen Dampfhammerwerke, welche Veränderung des Hubes und der Geschwindigkeit gestatten, auch den Hammerstock zugänglicher machen. Zängehammer überhaupt sind nur da nöthig, wo schwere Luppen für Bleche oder sonstige Maschinenstücke geschmiedet werden sollen. Für die Erzeugung des gewöhnlichen Materialeisens zu ordinären, gangbaren Stabeisensorten dienen die Quetschen viel besser. Unter diesen ist den einarmigen wiederum der Vorzug zu geben.

Zur Speisung der Dampfkessel während langer Pausen soll eine Dampfpumpe von circa 1 Pferdekraft eingerichtet sein.

So wie die Kessel der Gebläsemaschinen der Hohöfen und Cupolöfen durch die abgehenden Gase geheizt werden können, so ist es ausführbar mit der entweichenden Flamme der Puddel- und Schweißöfen die Kessel für die Verarbeitungsmaschinen zu heitzen. Nimmt man nur noch einen Reservekessel mit gewöhnlicher Steinkohlenfeuerung für außergewöhnliche Fälle, so ist man mit der Anlage eines Stabeisenwalzwerkes auch nur an den Ort gebunden, der in Hinsicht des Bezuges von Roheisen und Brennstoff, der Versendung und des Absatzes günstig gelegen ist.

Eisengießerei, Umschmelzen in Cupolöfen.

Für kleine Oefen bis zu 24 Zoll Durchmesser und bis zu 8′ Höhe reichen die Ventilatoren vollständig aus; größeren — bis zu 3′ Durchmesser haltenden — Oefen werden in der Regel Cylindergebläse gegeben.

Eine Dampfmaschine von 2—2½ Pferdekräften treibt den Ventilator von 31″ Durchmesser, 8″ Breite, der 10 Schaufeln hat, 4 Zoll excentrisch steht und 900—1200 Umdrehungen in der Minute vollbringt. Der Ofen hat 18″ Durchmesser an der Düse, oben 16″ und 6′ Höhe. Der Durchmesser der Düse ist 1½ Zoll. Bei einem Versuche ergab sich die Windpressung ganz nahe der Düsenöffnung zu 3½ Linien Quecksilbersäule, welches einem Drucke von 0,15 Pfd. auf den Quadratzoll entspricht. Die unter diesen Umständen in den Ofen getriebene Luft betrug 600 bis 626 Cub.-Fuß pro Minute. — Der Ofen hält 1000—1200 Pfund geschmolzenes Eisen.

Ein ähnlicher Ventilator versorgt 15 Schmiedefeuer ausreichend mit Wind, wobei zudem die Leitröhren sehr lang sind.

Zum Reinigen des Eisens von der Schlacke, so wie überhaupt für das Gießen vieler kleiner Stücke, z. B. der Gegenstände der Poterie ꝛc., sind die Oefen mit Vor- oder Schöpfherd zu empfehlen.

Man fand bei Umänderung eines Cylindergebläses in ein solches mit Ventilator, daß, um drei Oefen zu betreiben, jetzt nur 4 Pferdekräfte nöthig waren, wo es früher deren 10 bedurfte. In gewöhnlichen Oefen und bei kaltem Wind braucht man 22—25 Pfund Coaks für 100 Pfund Eisen einzuschmelzen. Der Abgang beträgt je nach der Reinheit des Eisens 6½—10%. Bei sehr guten Oefen, die

wir in Betrieb sahen, brauchte man auf 100 Pfund 17 Pfund Coaks (bei heißem Wind) und wo ⅔ des Eisens Bruchguß, Gießzapfen und Wascheisen waren. Der Abgang war durchschnittlich 9⅜. Das feuerfeste Futter des Ofens hielt bei täglich 12stündigem Betrieb, in dem 20000 Pfund geschmolzen wurden, 4 bis 5 Monate aus. Die Förmer der Maschinenmodelle hatten meist nur $\frac{1}{100}$, höchstens $\frac{1}{10}$ des ganzen gelieferten Quantums Fehlgüsse.

Nach Karmarsch und Heeren wären zu rechnet: 100 Ctr. Guß, 32 Ctr. verunglückter Guß und 6½ Ctr. Abbrand.

Flachsspinnerei.

100 Feinspindeln nebst ihren Vorbereitungsmaschinen erfordern 1 Pferdekraft.

2500 Spindeln für Flachs und 1500 Spindeln für Werg bekommen eine Maschine von 36 Pferdekräften. Jene sollen in 300 Tagen 3000 Ctr. Flachs verspinnen.

Holzschrauben-Fabrication.

4 Maschinen (Balanciers) von $\frac{2}{400}$ und $\frac{3}{500}$ Kilogr.,
2 „ zum Abschneiden,
20 „ zum Kopfdrehen,
20 „ zum Geschwindschneiden,
4 „ zum Fräsen des Einschnittes,
mit noch diversen kleinen Vorrichtungen, bedürfen 2 und 3 Pferdekräfte, und zu den Manipulationen: 48 Kinder und 6 erwachsene Arbeiter, wovon einer besondere Kenntnisse haben muß.

Man fertigt in einem Tage von Nr. 0 — Nr. 30 200—300 Groß.

Die Anlagen kosten, ausgenommen die Gebäulichkeiten, 8000 Thaler.

Kartoffel-Stärkmehl- und Sago-Bereitung.

6 Pferde, am Göpel arbeitend und zwar 10 Stunden täglich, bei 2stündiger Anspannung und darauf folgenden ¾ Stunden Ruhe, verarbeiten täglich 300 Ctr. Kartoffeln auf französischen Maschinen, und jene geben 14—18% Stärkmehl aus. Es wird eine Dampfmaschine von 10 Pferdekräften angeschafft, um die Verarbeitung auf tägliche 500 Ctr. steigern zu können.

Mit einer Reibmaschine und den Apparaten nach Siemens können täglich durch zwei Ochsen, drei Mädchen und einen Knaben 80—100 Ctr. Kartoffeln verarbeitet werden,

Um mit den Maschinen von Huck in Paris, wovon das Assortiment 3600 Francs kostet, 15000 Kilogr. täglich zu verarbeiten, bedarf es 144000 Liter Wasser.

Chocolade-Mühlen.

In einem gußeisernen, durch Dampf geheizten Troge bewegen sich zwei eiserne Läufer von je 180 Pfund mit 40 Umdrehungen in der Minute; sie liefern 10 Pfund fertige Masse in einer Stunde, und die Mühle bedarf 1—1½ Pferdekraft.

Lohmühlen.

Eine Maschine zum Hacken der Lohrinde in ½ bis 1″ lange Stücken liefert pro Stunde 2000—2200 Pfund, macht 140 Schnitte in der Minute und erfordert zum Betriebe 4 Pferdekräfte.

Ein Lohgang, d. h., ein gewöhnlicher Mahlgang

zum Bearbeiten der Rinde eigends geschärft, von 46″ Durchmesser 14″ Höhe des Läufers mahlt in einer Stunde 440 Pfund gehackte Rinde fein, macht 100 Umdrehungen und erfordert 5 Pferdekräfte.

Farcot in Paris hat eigenthümliche Lohmühlen construirt, welche die Rinde sofort der Quere nach in Stückchen von ½ Millimeter Breite zerkleinert. Eine solche liefert in der Stunde 214—257 Pfund fertige Lohe.

Die Maschinen mit glockenförmigem Läufer aus Gußeisen von 0,75 Met. unterem Durchmesser, 0,35 Met. Höhe liefern 642 Pfund Rinde in der Stunde, bei 28—30 Umdrehungen für die Minute und einem Kraftverbrauch von 3—4 Pferdekräften.

Mahlmühlen.

Nach Bernouilli erfordern Läufer von:

3′	Durchmesser, schweizer Maß	= 2,00	Pferdekr.
3½′	" (3′ = 1 Meter)	= 2,74	"
4′	"	= 3,58	"
4½′	"	= 4,53	"

Ein deutscher Mahlgang bedarf 2—3 Pferdekräfte.

Die Mühle in Coblenz mit einer Dampfkraft von 20—22 Pferdekräften, 4 Mahlgängen, 1 Rollgang, Cylinderbeuteln und Sackzug vermahlt in 13 Stunden bei 4—5maligen Aufschütten 63—68 Scheffel Roggen, à 85 Pfund, zu feinem Brodmehl.

Man erzielt:

Feines Mehl	75,33	Procent.
Nachmehl	3,13	"
Kleie	18,00	"
Fußmehl	1,8	"
Rollstaub und Verlust . .	1,74	"
	100,00	Procent.

Das feine Mehl wird durch die Nummern 7 und 8 von Schweizer Beutelgaze erhalten.

Mühlen nach americanischer Art, mit einmaligem Aufgeben des Weizens, vermahlen pro Pferd und Stunde 45 bis 76 Pfund Weizen zu superfeinem Mehl.

1 Mahlgang nach americanischer Art, mittlerer Größe (4′ Durchmesser), braucht 4 Pferdekräfte, wobei die Nebenmaschinen eingerechnet sind.

Die besten französischen Steine liefert **Roger fils** in **La Ferté sous Jouarre.**

Nach Karmarsch und Heeren mahlt 1 Pferdekraft in der Stunde ½ Scheffel Weizen und ⅔ Scheffel Roggen zu Brodmehl. (Wahrscheinlich letzteren nur zu Schrotmehl, da sich der Roggen doch schwerer vermahlt).

Die Walzmühlen der Frauenfelder Gesellschaft leisten sehr Großes, finden aber in dem bedeutenden Anlagecapital, das sie bedürfen, Hindernisse ihrer allgemeinen Verbreitung.

Eine Dampf-Walzmühle, welche 24 Pferdekräfte zum Betriebe hat, vermahlt pro Woche, Tag und Nacht durcharbeitend, 171000 Pfund Weizen.

Genaue und reichhaltige Angaben findet man in dem 2. Bde. der technischen Hülfsmittel des Gewerbe-Vereins im Großherzogthum Hessen.

Oelmühlen.

Die Quetschwalzen bedürfen ¾—2 Pferdekräfte, je nach Geschwindigkeit, Durchmesser und dem Druck, unter dem sie arbeiten.

Auf einen Oelgang rechnet man im Mittel 3 volle Pferdekräfte. Um mittelst des Oelganges 1 Scheffel Raps in der Stunde zu verarbeiten, braucht man 1,2 Pferdekräfte.

Bei guter Einrichtung der Oelmühlen (bei Walzen, Oelgängen, hydraulischen oder Kniehebelpressen und kurzen Getriebsleitungen) kann man rechnen, daß mit jeder Pferdekraft in der Stunde ½ Scheffel oder 43—45 Pfund Raps vollständig verarbeitet werde.

100 Theile von Raps, von Rübsamen oder Mohnsamen erfordern dieselbe Kraft zum Verarbeiten wie 66 Theile Leinsamen, 80 Theile Madia, 120 Theile Wallnußkerne.

Von den Hochdruck-Dampfmaschinen wird der gebrauchte Dampf zum Wärmen des Samenmehls verwendet.

Behufs genauer Kenntniß dieser Fabrication sehe man in dem Buche: der Bau und Betrieb der Oelmühlen von C. F. Scholl, Darmstadt bei Leske, 1844, nach.

Papierfabriken.

Man rechnet auf einen Holländer 4—5 Pferdekräfte. Die Pferdekraft liefert dabei in der Stunde 4—4½ Pfund gemahlene Lumpen. Bei den Stampfwerken giebt die Pferdekraft nur 1½ Pfund.

Für englische Papiermaschinen wird der Kraftverbrauch zu 7—8 Pferdekräften angegeben, welches wohl zu hoch ist; 5 Pferdekräfte sind ausreichend. Zum Trocknen des Papiers gehört ein Dampfkessel wie zu einer 3pferdigen Dampfmaschine. — Für eine tägliche Fabrication von 70 Ries mittleren Schreibpapiers und zum Kochen der Abfälle und des Harzleims haben wir einen Kessel im Gewichte von 1000 Pfund verwendet.

Eine Papiermaschine erzeugt in 10 Stunden 72000 □Fuß = 67½ Ries Medianpapier, welche 700—1000 Pfund wiegen.

Um dasselbe Quantum in einem Arbeitstage von

12 Stunden zu erzeugen, würden 7 Schöpfbütten nöthig sein.

4 Holländer und 1 Papiermaschine bedürfen durchschnittlich pro Minute 15 Cub.-Fuß reines Wasser. Ein Satinirwalzwerk mit 3 Walzen bedarf 1½ Pferdekraft.

Sägemühlen und Holzschneide-Maschinen.

Die gewöhnlichen deutschen Sägen machen 80 bis 90 Schnitte zu 1¾ Fuß Hubhöhe, gehen 0,8 bis 1 Linie vor und liefern in der Stunde 30 Fuß Bretlänge.

Eine reine Pferdekraft, d. h., eine am Sägegatter wirkende, liefert in der Stunde 44 □Fuß; eine brutto Pferdekraft, d. h., eine Pferdekraft der treibenden Welle, giebt 22 □Fuß in trockenem Eichenholz.

Man soll eine große Blocksäge, für die 4 Pferdekräfte gerechnet werden, zum Beschlagen und Abkanten der Stämme nehmen, das Zerlegen dieser Blöcke in Dielen aber auf einer andern Säge mit 5, 7 oder 9 Blätter vornehmen, welche Säge 8 Pferdekräfte verlangt. Nach Taffe giebt die Pferdekraft in der Stunde 3 □Meter in weichem Holz; 2½ □Meter in Eichenholz; bei einer Circularsäge 5 □Meter in weichem Holz. In Marmor 2,5 □Meter in 24 Stunden.

Kreissägen. Eine Säge von 26″ Durchmesser bei 266 Umdrehungen in der Minute und in 8¼″ hohem Eichenholz gab 128 □Fuß Schnittfläche bei einem Kraftaufwande von 3,55 Pferdekräften.

Vorzügliche Blätter liefern Fatow in Paris und Meyer in Guebwiller.

Fourniersägen. Nach Morin braucht eine Säge von Cochot, um bei 180—200 Schnitten

à 24″ pro Minute 60 □Fuß Fourniere in einer Stunde zu schneiden, ¾ Pferdekraft.

Diese Angabe ist zu geringe. Nach eigenen Erfahrungen und Constructionen bedarf eine solche je nach der Art des zu schneidenden Holzes 1½ bis 2 Pferdekräfte, macht hin- und herschneidend 500 Schnitte pro Minute und liefert stündlich bis zu 100 □Fuß aus Bohlen von 24 Zoll Breite. Man schneidet 15 brauchbare Fournierblätter aus 1 Zoll Dicke, probeweise sogar 40 Stück aus Mahagonyholz.

Schnellpressen für den Bücherdruck.

Eine solche bedarf, nach englischen Angaben, 2½ Pferdekräfte. Zwei Doppelpressen und eine einfache Presse hat Scholl mit einer 3pferdigen Dampfmaschine versehen und betreiben lassen.

Stearinsäure-Lichte-Erzeugung.

Um täglich 1000 Pfund Stearinsäure zu erzeugen und zu Lichten zu verarbeiten, ist ein Dampfkessel von 16 Pferdekräften und eine Dampfmaschine (oder Motor) von 4 Pferdekräften nöthig.

Steinkohlenförderung und Wasserwältigung.

Die Fördermaschinen werden in der Regel nicht unter 16 Pferdekräften angenommen.

Für die Wasserwältigung nimmt man die Maschinen so stark, daß sie zu Anfang des Baues in 8 Stunden täglicher Arbeit die Wasser wältigen können. Mehrfache Expansionsgrade, der Cataract und verlängerte Arbeitszeit (bis zu continuirlichem Gange) gestatten hinreichende Aushülfe derselben.

Wollmanufactur, Tuchfabrication.

Eine Wollmaschine bedarf ⅔ Pferdekraft und wäscht täglich 220—250 Pfund Wolle.

Ein Wollwolf nimmt je nach der Construction ½—¾ Pferdekräfte in Anspruch.

Eine Schrubbelmaschine ist = ½ Pferdekraft zu rechnen. Eine gewöhnliche deutsche Walke (Plattenmühle) bedarf 1½ Pferdekräfte.

Ein englischer, sogenannter Patent-Walkkumpf, 2 Pferdekräfte, walkt aber mehr Tuchgewicht und besser. Eine Walke von Benoit in Montpellier für 1 Stück Cuir de laine zu walken 1 Pferdekraft. Diese steht zu andern Walken im Verhältniß von 100 : 55.

Eine Rauhmaschine je nach der Construction ½—⅔ Pferdekraft.

Eine 6pferdige Dampfmaschinen treibt: 6 Rauhmaschinen, 6—7 Scheermaschinen, 1 Bürstmaschine und 1 Kardensege.

Töpferei. Ziegelförmerei.

In einer Thonmühle, einem verticalen Bottich mit stehender Messerwelle, liefert 1 Pferd in der Minute ⅔ Cub.-Fuß fertigen, sehr fein und gut verarbeiteten Thon.

Zu Ziegelwaaren ¾—⅔ Cub.-Fuß.

Zuckerfabrication.

Von den Zuckermühlen mit horizontalen Walzen bedürfen diejenigen mit Walzen von:

4′	Länge	25 Zoll	Durchmesser	8 Pferdekräfte.
4′ 6″	—	27 „	„	10 „
4′ 8″	—	28 „	„	12 „

Die Pferdekraft liefert stündlich 400 Quart Saft.

Raffinerie.

3 Vacuum-Pfannen, 3 Heizpfannen geben 12000—14000 Pfund Zucker täglich; in 24 Stunden werden 600000 Pfund Wasser verbraucht.

Eine 12pferdige Dampfmaschine betreibt die drei Luftpumpen, die Zucker- und Syruppumpen, die Fässerwinden u. s. w.

Man kann rechnen, daß bei der Anschaffung von eisenblechernen Dampfkesseln, deren Capacität gewöhnlich in Pferdekräften oder Pferden angegeben wird, bei kleinen Kesseln und bis zu 16 Pferden 450 Pfund, über diese hinaus 425 bis 400 Pfund Kesselgewicht einer Pferdekraft entsprechen.

VII. Formular eines Lieferungs-Vertrages.

(Nach Scholl).

Zwischen dem Herrn NN, Unternehmer, wohnhaft zu O, einestheils und dem Herrn PP, Maschinenfabricant (Ingenieur), wohnhaft zu M, anderntheils, wurde nachstehender Vertrag geschlossen:

Artikel I.

Herr Maschinenfabricant PP liefert dem Herrn NN eine Dampfmaschine von 20 Pferdekräften zum Betrieb seines zu Y gelegenen Etablissements. Dieselbe soll mit größter Solidität Eleganz verbinden und speciell in folgender Art construirt sein:

Der Dampfkessel soll mit zwei Siederöhren versehen, seine Wandstärke auf den Druck von $3\frac{1}{2}$ At-

mosphärenpressung über den Luftdruck berechnet sein und auch die Wasserprobe, laut beizufügendem Attest, für den dreifachen Druck, also auf 10½ Atmosphären, gut bestanden haben.

Die Ventilbelastung ist auf den Druck von 3½ Atmosphären Druck eingerichtet.

Die Maschine wird eine doppeltwirkende Hochdruckmaschine mit Balancier (1) auf Säulen und Fundament gebaut sein. — Jene 20 Pferdekräfte (75 Kilogr. 1 Meter hoch pro Secunde = 1 Pferdekraft gesetzt) sind für einen Expansionsgrad auf der Hälfte des Hubes zu verstehen; der Herr PP wird die Einrichtung treffen, auch den Dampf auf dem ersten und letzten Drittheil des Hubes abzusperren, also um die Kraft der Maschine im ersten Falle zu reduciren, im andern zu vergrößern; und er wird insbesondere dafür Sorge tragen, die Maschinentheile, jener stärksten Kraftentwickelung entsprechend, stark genug zu machen.

Artikel II.

Demzufolge begreift die Lieferung in sich: die Maschine mit Kessel, vom Feuerroste bis inclusive Schwungrad und dessen Welle, nebst Fundament- und Befestigungsschrauben, Bolzen u. s. w., den Dampf- und Wasserleitungsröhren (2). Insbesondere aber bedingt sich Herr NN noch aus: 50 Stück Reservekesselschrauben, Gabelschlüssel zu sämmtlichen Schraubenmuttern und einen Universalschlüssel (englischen oder französischen Schlüssel) (3).

Artikel III.

Die Lieferung und Aufstellung, resp. Ingangsetzung soll von heute an gerechnet, in fünf Monaten

erfolgen, und zwar ganz auf Kosten des Fabricanten. Doch wird Herr NN die erforderlichen Handlanger stellen.

Es verpflichten sich:

Der Herr PP zur Lieferung der benöthigten Zeichnungen und Beschreibungen in duplo, behufs Erlangung der Concession und eines Bauplanes für die Fundamentirung innerhalb drei Wochen.

Der Unternehmer NN zur Herstellung der Fundamente auf seine Kosten und der ganzen baulichen Einrichtung, so daß die Aufstellung gesichert geschehen kann, nach der Vorschrift jenes Planes bis zu drei Monaten von heute ab (4).

Außer diesen Fundamenten liefert der Herr NN die Utensilien und Materialien, wie sie die Zusammensetzung und der spätere Gebrauch der Maschine erfordert (5).

Für den Fall, daß es der Herr NN vorzieht, einen Techniker des Herrn PP zur Leitung des Baues zu bestellen, soll dieser in fünf Wochen eintreffen und werden demselben die Reisetage mit ... Thlr., die andern mit ... Thlr. vergütet.

Für verspätete Lieferung, wenn die Schuld nicht in außergewöhnlichen Umständen liegt, unterwirft sich der Lieferant einer Conventionalstrafe von 50 Thalern für jeden Monat, den er die Maschine zu spät liefert und in den Gang bringt.

Artikel IV.

Der Herr PP garantirt für die von ihm gelieferte Maschine hinsichtlich der Stärke der Kraftäußerung (Nutzeffect), so wie für Güte der Construction und des Materials, sechs Monate vom Tage der Ingangsetzung an; ein von ihm gestellter (6) Wärter wird in dieser Zeit die Maschine führen, und es wird

diesem zur Pflicht gemacht, den vom Herrn NN zugeordneten Arbeiter in allen Theilen zu unterweisen, aufzuklären und zum Wärter heranzubilden. Dessen Wochenlohn wird sein ... Thlr. Der Fabricant PP ist verbindlich, auf seine Kosten schadhafte oder mangelhaft sich beweisende Theile gut zu erneuern; doch trägt er keine Verbindlichkeit für Aufenthalte und Zeitverluste in der Fabrication (7).

Artikel V.

Als Bezahlung und Entschädigung für seine Leistung, Lieferung und Garantie empfängt Herr PP vom Herrn NN die Summe von 4200 Thalern, geschrieben viertausend zweihundert Thaler preuß. Courant, und zwar:

$\frac{1}{3}$ bei Abschluß des Vertrages,
$\frac{1}{3}$ wenn die Maschinentheile an den Empfänger versandt sind,
$\frac{1}{3}$ nach Ablauf der Garantiezeit (8).

Artikel VI.

Sollten über Auslegung des Inhaltes gegenwärtigen Vertrages oder über die Leistung der Maschine zwischen den Contrahenten Differenzen entstehen, in denen sie sich nicht einigen können, so wollen dieselben mit Vermeidung des gerichtlichen Weges Experten erwählen, und sollten auch diese so nicht einig werden, so wird zur definitiven Entscheidung von diesen ein Obmann gewählt.

Artikel VII.

Zu diesem Vertrage sind die gesetzlichen Stempel verwendet (oder beikassirt) worden, deren Kosten von

den Contrahenten zu gleichen Theilen getragen werden.

Also doppelt und gleichlautend ausgefertigt, unterschrieben und jedem der Contrahenten ein Exemplar zugestellt.

O, den . . . . M, den . . .

NN. PP.

Anmerkungen.

1) Das System der Dampfmaschine muß deutlich angegeben sein.

2) Die Leitung des kalten Wassers, die Saugröhre der Kaltwasserpumpe und die Röhre für den gebrauchten Dampf bei Hochdruckmaschinen sind in der Regel hiervon ausgenommen; öfters liefert der Fabricant nur 20 Fuß von Dampf- und Wasserröhren, da nämlich, wo die Localität oder der Plan bei Vertragsschluß noch nicht bekannt war. Man verständige sich genau über diesen Punct.

3) Auch diese besondern Theile werden gewöhnlich nicht mit abgegeben. Der Unternehmer bezieht sie aber besser und passender von dem Maschinenfabricanten, als anderswo her, und er wird also jenem eine geringe Erhöhung des Maschinenpreises zugeben.

4) Wenn auf Veranlassung des Maschinenfabricanten eine Untersuchung und Aufnahme der Localität nicht Statt hat, so versäume doch der Unternehmer nicht, das Niveau des Brunnens, die Tiefe desselben, oder überhaupt über die Wasserverhältnisse Mittheilung zu geben, damit darnach die Einrichtung der Pumpen getroffen werde. Bezüglich der Fertigstellung des Baues gilt, daß Alles so weit sei, als es der Fabricant vorgeschrieben, daß die Localitäten unter Dach, mit Thüren und Fenstern versehen 2c. seien.

5) z. B. Kitt, Hanf, Fett, Farben und Oel.
6) Oder gebilligter Wärter.
7) Eine specielle Garantie des Kohlenverbrauchs kann der Fabricant, der Verschiedenheit der Kohlen halber, wohl nicht eingehen. Dagegen soll seine Maschine nicht mehr verbrauchen, als anerkannt gute Maschinen, die sich derselben Sorte von Brennstoff bedienen.
8) Dem Fabricanten gebührt diese Vorauszahlung, sowohl weil er bedeutende Vorschüsse machen, als er auch eine Sicherheit der Abnahme für die fertige Maschine haben muß. — Bei inländischen Behörden ändern sich in der Regel die Zahlungsbedingungen ab, daß nun

$\frac{1}{3}$ bei Lieferung,
$\frac{1}{3}$ bei Ingangsetzung und
$\frac{1}{3}$ nach Ablauf der Garantiezeit gezahlt werden.

VIII. Formular zu einer Instruction für das Personal bei einer Dampfmaschine.

(Nach Scholl).

1) Der Maschinist und der Heizer haben sich an den gewöhnlichen Arbeitstagen $\frac{1}{2}$ Stunde, und nach besondern Veranlassungen verhältnißmäßig früher, als zur Arbeitsstunde einzufinden, damit
2) das Feuer nicht zu rasch und zu heftig von vorn herein gemacht, sondern allmälig verstärkt werde, auch die Maschine zum Anlassen beim Schlagen der Arbeitsstunde bereit sei.
3) Es soll das Brennmaterial $\frac{1}{2}$ Tag vor dem Verbrauche herbeigeschafft und präparirt werden.

4) Das Schüren geschehe zur rechten Zeit und in nicht zu starken Ladungen auf einmal, so daß das Feuer immer gleich stark ist; der Rost sei ganz mit Brennstoff belegt, aber rein und klar — das Aschenloch hell erleuchtet, auch in diesem nie mehr denn 9 Zoll hoch Asche vorhanden.

5) Der Maschinist überzeuge sich von der Beweglichkeit des Sicherheitsventils, des Schwimmers, des Registers und von der Thätigkeit des Manometers, sobald dessen Hahn geöffnet ist.

6) Der Wasserstand im Kessel soll Morgens 1 Zoll mehr denn gewöhnlich betragen, den Tag über aber auf dieser Höhe fortwährend erhalten werden.

7) Heizer und Maschinist werden den Kessel gut beobachten auf etwaige Veränderungen, Bauchungen oder Schweißen und von diesen Zufällen gehörige Anzeige machen.

8) Die Reinigung der Züge wird alle 8 Tage, die des Kessels von Pfannenstein alle 4 Wochen vorgenommen.

9) An den Sicherheitsventilen und dem Manometer darf keinerlei Aenderung oder Versuch geschehen, ohne vorher den Besitzer oder technischen Vorstand in Kenntniß gesetzt zu haben.

10) Daß die Maschine zu allen Zeiten mit ihrer normalen oder erforderlichen Geschwindigkeit arbeite, wird sich der Maschinist auf's Bestimmteste angelegen sein lassen, wofür er noch speciell verbindlich gemacht wird. Zur fleißigen genauen Beobachtung diene ihm das Pendel im Maschinenlocal.

11. Was die übrige und specielle Wartung der Maschine und ihres Zubehörs angeht, so vertraut man der Einsicht des Maschinisten, daß das Nöthige zur Zeit geschehe und das für den Besitzer Wünschenswerthe nicht außer Acht gelassen werde.

12) Das Maschinenlocal soll so viel als möglich abgeschlossen bleiben und nicht zum Aufenthaltsorte für die Arbeiter dienen. In Sachen des Betriebs, der Fabrication haben nur die Werkmeister, und zwar in wichtigen Fällen unter Zuziehung des technischen Vorstandes, mit dem Maschinisten zu verhandeln. Diese verabreden auch die Signale, welche mittelst der Lärmglocken oder der Sprachrohre hin und her gegeben werden. Nur in gefährlichen Fällen darf ein Arbeiter durch dieses Mittel den Maschinisten angehen und zu Maßregeln bestimmen.

13) So wie es die Fabrication erlaubt, soll das Feuer ½ Stunde vor Tagesschluß nicht mehr erneuert, sondern allmälig verringert werden. Maschinist und Heizer dürfen sich erst entfernen, wenn die Feuer gedeckt oder gelöscht und alle Vorbereitungen für den nächstfolgenden Beginn getroffen sind.

14) Sollte die Zeit für den Maschinisten oder die Heizer durch ihre Arbeit nicht vollständig ausgefüllt werden, so wird der Besitzer oder technische Vorstand mit denselben Verabredung nehmen wegen Hülfsleistung bei anderen Arbeiten, die aber gegen die Beschäftigung mit der Maschine zurückstehen, also niemals Grund zu einer Ausrede geben können.

IX. Ueber die Wandstärke bei Dampfkesseln.

Auszug aus dem Königl. Preuß. Regulativ, die Anlage und den Gebrauch von Dampfkesseln und Dampfentwicklern betreffend.

(Gesetzsammlung für die preuß. Staaten, 1838, Nr. 17.)

1) Das fragliche Regulativ giebt für Dampfkessel oder Dampfentwickler, welche innerhalb eines zur Wohnung oder zu sonstigen Zwecken benutzten Gebäudes, oder unter Räumen, in denen Menschen sich aufhalten, aufgestellt werden und wobei die Spannung der Dämpfe 6 Atmosphären nicht übersteigen darf, folgende Dimensionen für den Wasser- und Dampfraum, so wie für die vom Feuer berührte Kesselfläche an:

Wenn die Spannung der Dämpfe im Dampfkessel oder Dampfentwickler pro □Zoll preuß. in Pfunden preuß. beträgt:	Darf der vom Wasser und Dampf eingenommene Raum im Dampfkessel oder Dampfentwickler in preuß. Cubikfußen nicht mehr enthalten, als:	Darf die vom Feuer berührte Fläche für einen durch eine Schornsteinröhre beförderten Zug in □Fußen preußisch	für einen durch mechanische Vorrichtungen, als Gebläse, Ventilatoren, Exhaustoren, oder durch Abführen von Dämpfen in eine Schornsteinröhre beförderten Zug, in □Fuß. preuß. nicht größer sein, als:
15,02 Pfund	66 Cubikf.	55 □Fuß.	33 □Fuß.
20,21	48	48	29
24,73	36	47	28
30,01	32	46,3	27,5
34,85	27	45	27
40,29	23	44	26,4
46,36	20	43	25,8
49,65	18,25	42,5	25,5
54,93	16,4	42	25,2
60,64	14,75	41,25	24,75
64,69	13,77	40,77	24,5
71,15	12,5	40,25	24,2
75,73	11,73	40	24
80,53	11	39,5	23,7
85,36	10,25	39	23,4
90,97	9,7	38,5	23

— Die Aufstellung von Dampfkesseln, welche einen grösseren Dampfsdruck auszuhalten und hiernach andere Grössenverhältnisse haben, als die in dieser Tabelle angegebenen, darf nur in einem besonderen Kesselhause geschehen.

2) Die auf dem Kessel angebrachten Sicherheitsventile müssen zusammengenommen wenigstens soviel Oeffnung haben, als der $\frac{1}{2000}$ Theil der ganzen vom Feuer berührten Fläche des Dampfkessels oder Dampfentwicklers beträgt. Sie müssen so eingerichtet sein, daß sie zwar stets gemeinschaftlich geöffnet, aber nie mehr belastet werden können, als die vorgeschriebene Spannung der Dämpfe erfordert.

3) Die Feuerung eines Dampfkessels oder Dampfentwicklers muß so angelegt werden, daß, bei möglichst vollkommener Verzehrung des Rauches, die Züge zum Abführen desselben und des Feuers durch und um den Dampfkessel oder Dampfentwickler an ihrer höchsten Stelle wenigstens noch 4 Zoll unter dem im Dampfkessel oder Dampfentwickler festgesetzten Wasserspiegel liegen.

4) Die Verwendung von Messingblech und Gußeisen zu den Wandungen der Dampfkessel oder Dampfentwickler ist untersagt; es ist jedoch gestattet, sich des Messingblechs zu den Siede- und Feuerröhren bis zu einem innern Durchmesser von 4 Zoll (preuß.) und des Gußeisens zu Sieveröhren bis zu einem innern Durchmesser von 18 Zoll zu bedienen.

5) Für diejenigen Theile der aus Eisenblech gebauten Dampfkessel oder Dampfentwickler, welche den Druck der Dämpfe auf ihrer inneren Oberfläche zu erleiden haben (also nicht für durchziehende Feuerröhren) und welche dem Feuerplatz oder Roste nicht näher wie 15 Fuß liegen, giebt die Formel

$$e = \frac{1}{2} d \left(b^{0,003 \cdot n} - 1\right) + 0,1,$$

worin d den Durchmesser, n die Anzahl der Atmosphärenpressungen über den äußern Luftdruck und b den Zahlenwerth 2,7182818... bedeutet, die erforderliche Wandstärke der Bleche an.

6) Aus der vorstehenden Formel ist die beigegebene Tabelle berechnet (die Zahlen in preußischem Maß ausgedrückt).

Durchmesser der Dampfkessel oder Siederöhren.	Wandstärken für nachstehende Atmosphärenpressungen über den äußern Luftdruck.										
	0	½	1	1½	2	2½	3	3½	4	4½	5
Zoll	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll
1	0,1	0,101	0,102	0,102	0,103	0,104	0,105	0,105	0,106	0,107	0,108
2	—	102	103	105	106	108	109	111	112	114	115
3	—	102	105	107	109	111	114	116	118	120	123
4	—	103	106	109	112	115	118	121	124	127	130
6	—	105	109	114	118	123	127	132	137	141	146
9	—	107	114	121	127	184	141	148	155	161	168
12	—	109	118	128	136	146	154	164	173	182	191
15	—	111	123	135	145	157	168	180	192	202	214
18	—	114	127	141	154	168	181	195	210	222	237
21	—	116	132	148	163	180	194	211	228	243	260
24	—	118	136	155	172	191	208	227	246	263	282
27	0,1	120	141	162	181	203	222	243	265	284	305

Durchmesser der Dampfkessel oder Siederöhren.	Wandstärken für nachstehende Atmosphärenpressungen über den äußern Luftdruck.										
	0	½	1	1½	2	2½	3	3½	4	4½	5
Zoll	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll
30	—	123	146	169	190	214	235	259	288	304	328
33	—	125	150	176	199	225	249	275	301	324	351
36	—	127	154	183	208	237	262	291	320	345	374
39	—	129	159	190	217	248	276	307	338	365	396
42	—	132	163	197	226	260	289	323	356	386	419
45	—	134	168	204	235	271	303	339	375	406	442
48	—	136	172	210	244	282	316	354	393	426	465
51	—	138	177	217	253	294	330	370	411	447	488
54	—	140	181	224	262	305	343	386	429	467	510
57	—	143	186	231	271	317	357	402	448	488	533
60	—	145	190	238	280	328	370	418	466	508	556
63	—	147	195	245	289	339	384	443	484	528	579
66	01	150	199	252	298	351	397	450	503	549	602

7) Für die vom Feuer berührten Bleche an den Kesselböden und Sieberöhren aus Eisenblech, welche dem Feuerplatze näher liegen, sind die Wandstärken zu vergrößern und zwar folgendermaßen:

a) Wenn die Entfernung der Bleche von dem Feuerplatze oder Roste 5 bis 15 Fuß beträgt, sind die Zahlen der Tabelle mit 1,2 zu multipliciren.

b) Wenn die Bleche der unmittelbaren Einwirkung des Feuers bis zu einer Entfernung von 5 Fuß vom Feuerplatze ausgesetzt sind, sind jene Zahlen mit 1,5 zu multipliciren.

c) Für Sieberöhren, die ganz im stärksten Feuer liegen und ringsum von demselben umspielt werden, sind jene Zahlen 1,6 Mal zu nehmen.

8) Ist das verwendete Material Kupferblech, so finden die für Eisenblech gegebenen Bestimmungen gleichmäßig Anwendung.

9) Bei Sieberöhren aus gewalztem oder gehämmertem Messing muß die Wandstärke an allen Stellen gleich groß sein und das Doppelte von derjenigen betragen, welche die in VI angegebene Tabelle für Eisenblech bestimmt.

10) Sieberöhren aus Gußeisen müssen, ebenso wie diejenigen aus Messingblech, an allen Stellen gleichgroße Wandstärke haben. Zur Berechnung derselben dient die Formel $e = \frac{1}{2} d (b^{0{,}01 \cdot n} - 1) + \frac{1}{2}$.

11) Für die durch den Dampfkessel oder Dampfentwickler gehenden Feuer- oder Rauchröhren, welche den Druck der Dämpfe auf ihrer äußern Oberfläche zu erleiden haben, dient, wenn dieselben aus gewalztem oder gehämmertem Eisenbleche bestehen und ihre Entfernung vom Feuerplatze 15 Fuß und darüber beträgt, zur Berechnung der Wandstärke die Formel

$e = 0{,}0067 \cdot d\sqrt[3]{n} + 0{,}05$. Beträgt die Entfernung vom Feuerplatze zwischen 5 und 15 Fuß, so müssen die Resultate der vorhergehenden Formel mit 1,2 — und wenn die Röhren dem stärksten Feuer bis zu einer 5füßigen Entfernung vom Feuerplatze ausgesetzt sind, mit 1,5 multiplicirt werden.

12) Anstatt der in X angegebenen Formel wird die Formel $e = 01 \cdot d\sqrt[3]{n} + 0{,}07$ angewendet, wenn die cylindrischen Feuerröhren aus Messingblech gefertigt sind.

Das Regulativ, aus welchem die vorstehenden Puncte entnommen sind, enthält zugleich die aus den Formeln pos. 10, 11 und 12 berechneten Tabellen, sowie überhaupt alle gesetzlichen Bestimmungen, welche im Königreiche Preußen bei der Anlage und dem Gebrauche von Dampfkesseln und Dampfentwicklern, dieselben mögen zum Maschinenbetrieb oder zu andern Zwecken dienen, zu beobachten sind.

Nach einer französischen Ordonnanz vom 7. Mai 1828 ist die Stärke der Kesselwände von Eisenblech durch die Formel

$$e = 0{,}018\, d\,(n - 1) + 3 \text{ Millimeter}$$

bestimmt, worin e die Dicke des Metalls in Millimetern, d der innere Durchmesser in Centimetern, n die Zahl der Atmosphären, welche den stärksten Druck anzeigt, den die Maschine ertragen soll.

Die Resultate dieser Formel sind in folgender Tabelle berechnet:

Tabelle

der Wandstärken für Kessel aus Eisen- und Kupferblech.

Durchmesser der Dampfkessel.	Druck des Dampfes in Atmosphären.						
	2	3	4	5	6	7	8
Meter.	Millimeter.				Millimeter.		
50	3,90	4,80	5,70	6,60	7,50	8,40	9,30
55	3,99	4,98	5,97	6,96	7,95	8,94	9,93
60	4,08	5,16	6,24	7,32	8,40	9,48	10,56
65	4,17	5,34	6,51	7,68	8,85	10,02	11,19
70	4,26	5,52	6,78	8,04	9,30	10,56	11,82
75	4,35	5,70	7,05	8,40	9,75	11,10	12,45
80	4,44	5,88	7,32	8,76	10,20	11,64	13,08
85	4,53	6,06	7,59	9,12	10,65	12,18	13,71
90	4,62	6,24	7,86	9,48	11,10	12,72	14,34
95	4,71	6,42	8,13	9,84	11,55	13,26	14,97
100	4,80	6,60	8,40	10,20	12,00	13,80	15,60

Nach der nämlichen Ordonnanz sollen die Kessel, Sieberöhren und Dampfcylinder aus Kupfer- und Eisenblech bei der Probe einen Druck von 3 (n—1) Athmosphären und diejenigen aus Gußeisen einen Druck von 5 (n—1) Atmosphären ertragen können. Ist also, z. B., ein Kessel bestimmt, bei gewöhnlicher Arbeit einen Druck von 6 Atmosphären zu ertragen, so wird er für einen Druck von 3 (6—1) = 15 Atmosphären geprüft, wenn er aus Kupfer- oder Eisenblech besteht, und für einen Druck von 5 (6—1) = 25 Atmosphären, wenn er aus Gußeisen besteht.

X. Ueberschlag der Betriebskosten einer zwölfpferdigen Dampfmaschine.

Es sind hier 300 Arbeitstage gerechnet zu 15 Stunden Arbeitszeit.

1) Von mittlerer Qualität Kohlen bedarf die Maschine pro Pferd und Stunde 11 Pfund, wobei das Anheizen vom Morgen inbegriffen ist, macht pro Tag 1980 Pfund. Das Malter kann zu 350 Pfund Gewicht angenommen werden, macht pro Tag $5\frac{3}{35}$ Malter; pro Jahr 1512 Malter, à $\frac{5}{6}$ Thlr. . . .	1260 Thlr.
2) Reparaturen, Amortisation und Instandhaltung der Maschine $6\frac{1}{2}$ Procent von 3800 Thlrn., dem Kostenpreise der Maschine	247 „
3) Fett und Oel zur Beleuchtung und Schmiere	75 „
Latus	1582 Thlr.

	Transport	1582	Thlr.
4) Hanf zum Lidern der Büchsen und Kränze	. . . .	16	=
5) Mennigkitt	. . . .	16	=
6) Tuch und Putzmaterial	. . .	10	=
7) Seife	. . . .	4	=
8) An Tagelöhner für Kesselreinigung und Hülfeleistung überhaupt	. .	20	=
9) Dem Maschinenwärter	. . .	200	=
10) Zinsen der ganzen Maschinenanlage, 6000 Thlr., zu 5 Procent	. .	300	=
	Summa	2148	Thlr.

Ergänzungen.

Beschreibung neuer und besonders zweckmäßig construirter Maschinen.*)

Ueber Dampfmaschinen mit liegendem Cylinder im Allgemeinen.

Lange Zeit hindurch waren Viele der Ansicht, daß Maschinen mit liegendem Cylinder für die Industrie nicht anwendbar seien, indem man behauptete, daß dadurch, daß fast das ganze Gewicht des Kolbens auf den untern Theil des Cylinders wirke, letzterer dort viel mehr als an den übrigen Puncten ausgeschliffen und demzufolge oval werden müsse. Man dachte nicht daran, daß die Liderung des Kolbens, welche durch ihre Adhäsion an der Cylinderwand ein Entweichen des Dampfes verhindern soll, in ihrer

*) Aus Armengaud Publication industrielle, Tome VI 1. Livr.

Wirkung im Allgemeinen viel intensiver sein muß, als sein Gewicht, und daß daher dieses auf die Abnutzung wenig Einfluß haben kann*). Indeß lagen Beispiele vor, welche darthaten, daß dieser Uebelstand sich, wenigstens in fühlbarer Weise, in der Praxis nicht zeige. So sind seit mehr als 25 Jahren die besten Locomotiven durchgängig mit liegenden (horizontalen) oder schwach geneigten Cylindern construirt; vor 18 bis 20 Jahren bereits hat Taylor kleine Maschine mit liegenden Cylindern gebaut und vor fast 15 Jahren brachte Carillion den geneigten Cylinder in Anwendung. Um das Jahr 1833 nahmen die Herrn Schneider in Creuzot keinen Anstand, Maschinen mit liegenden Cylindern für Gruben in Vorschlag zu bringen, Maschinen von höchst einfacher und solider Construction, die sich bald in großer Zahl in Folge der leichten Handhabung verbreiteten.

---

*) Nimmt man, z. B., an, ein Cylinder habe 0,4 Meter Durchmesser im Lichten, und der Kolben, welcher höchstens 60 Kilogramme wiegt, sei 0,08 Meter dick, so beträgt sein Umfang

$$0,40 \cdot 3,14 = 1,256 \text{ Meter}$$

und die mit der einen Cylinderwand in Berührung stehende Umfläche ist

$= 1,256 \cdot 0,08 = 0,10048$ □Meter $= 1005$ □Centimeter. Aeußert nun das Gewicht dieses Kolbens seinen Einfluß auf nur $\frac{1}{5}$ des Umfangs des Cylinders, d. h., auf $\frac{1,256}{5} = 0,251$ Meter, so vertheilt es sich demzufolge auf eine Fläche von $\frac{1256}{5} = 0,251^m \cdot 0,08 = 200$ Quadratcentimeter; es übt also einen Druck von $\frac{60}{200} = 0,3$ Kilogramme auf ein Quadratcentimeter aus, welcher den Cylinder nach unten auszuschleifen sucht. Gelangt nun der Dampf mit 4 Atmosphären Pressung in den Cylinder, so ist bekannt, daß auf einer Seite des Kolbens wenigstens ein effectiver Druck von 3 Kilogramm-

Die Herrn Thomas und Laurens, denen man beträchtliche Verbesserungen sowohl in Hinsicht auf Dampfmaschinen, als auch hinsichtlich der bei'm Eisenhüttenwesen vorkommenden Maschinen verdankt, brachten zuerst Maschinen mit horizontalem Cylinder für die Hammerwerke in Vorschlag, welche die Bewegung direct auf die Wellen der Walzen oder anderer zu bewegender Werkzeugsmaschinen übertrugen, um das sonst gebräuchliche umständliche und kostspielige Zwischengeschirr zu ersparen. Bald vermehrte sich ihre Anwendung und selbst die Gebläsemaschinen wurden nun mit liegenden Cylindern construirt.

Nach diesen verschiedenen Anwendungen erkannte man allgemein, daß die Construction mit liegendem Cylinder nicht fehlerhafter war, als die mit stehendem Cylinder, daß die Abnutzung in dem einen Falle nicht beträchtlicher war, als in dem andern, daß man bei der erstgenannten Einrichtung den Vortheil hatte, die Construction der Maschine, wenigstens bei ihren hauptsächlichsten Benutzungen, vereinfachen zu können, und daß man stets eine größere Solidität mit weniger Mauerung, weniger Begründung er-

---

men pro Quadratcentimeter statt findet, welchen den Dampf durch die Liderung zu treiben strebt; um dieses Entweichen zu hindern, muß daher die Liderung des Kolbens gegen die Cylinderwand einen viel größern Druck ausüben, als der ist, der durch sein eigenes Gewicht veranlaßt wird. Da das Verhältniß der Reibung zum Drucke (der Reibungscoefficient) 0,08 ist, wenn die sich reibenden Flächen gut mit Oel oder Fett geschmiert sind, so beträgt die in Folge des Kolbengewichts entstehende Reibung $60^k \cdot 0,08 = 0,48$, also noch nicht $\frac{1}{2}$ Kilogramme, und man ersieht daraus, daß diese Reibung, auf eine Fläche von 200 □Centimeter vertheilt, auf diesem Theile eine merkliche Abnutzung im Vergleiche gegen die, welche durch die in Folge des Druckes der Metallliderung auf die ganze Peripherie entstehende Reibung erzeugt wird, nicht veranlassen kann.

langte. Die Maschine mit horizontalem Cylinder baut mehr breit als hoch und ist weniger zum Vibriren geneigt, denn da sie mit ihrer Untermauerung ein Ganzes ausmacht, so kann sie nicht wanken. Diese Disposition gestattet überdies, das Maschinenhaus weniger hoch zu machen und alle Theile der Maschine in das Bereich des mit der Wartung beauftragten Heizers oder Mechanikers zu legen, ohne daß er aus einer Etage in die andere herauf- oder herabsteigen muß, wie dieses bei den kräftigen Maschinen mit Balancier oder mit Führung der Fall ist*). Der Wärter kann mit einem Blicke das Ganze und die Einzelheiten fassen.

Auf den Dampfschiffen haben mehre Constructeurs die liegenden Cylinder adoptirt und sind dadurch in den Stand gesetzt worden, alle Theile der Maschine, sowie es jetzt bei der königlich französischen Marine verlangt wird, unterhalb der Wasserlinie zu verlegen.

Die Gebrüder Mazeline in Havre haben davon eine glückliche Anwendung bei einer Dampffregatte gemacht, und haben es durch sehr sinnreiche und neue Einrichtung ermöglicht, daß diese Maschinen sowohl der Höhe, als auch der Länge und Breite nach nur sehr wenig Raum einnehmen, so daß sie dieselben leicht im Hintertheile des Schiffes anbringen können, um direct die Triebschrauben zu bewegen.

Auch die Herrn Cavé, Farcot und Hallette bauen ihre Maschinen für Eisenhütten, Gebläse rc. jetzt mit liegendem Cylinder und Herr Flachat

---

*) Die 1840 nach englischem Systeme construirten Balancier-Maschinen von 450 Pferdekräften, nehmen in ihren Fahrzeugen eine Höhe von nicht weniger als 6,5 Meter oder 3 Etagen ein.

führte die schönen und starken Maschinen für die atmosphärische Eisenbahn von St. Germain in gleicher Weise aus*).

Beschreibung einer 20pferdekräftigen Dampfmaschine mit liegendem Cylinder; construirt von Herrn Hallette, Maschinenbauer in Arras.

Diese Maschine, welche in Fig. 1 Tafel 40 im
Verticaldurchschnitte durch die Achse des Dampfcylin-
ers dargestellt ist, ist in Dünkirchen zur Auspum-
ung eines Bassins aufgestellt; sie arbeitet mit Hoch-
ruck ohne Condensation und einer nominellen Lei-
ung von 20 Pferdekräften. Man sieht, daß der
onstructeur bei diesem Systeme die Triebwelle A
em Dampfcylinder B so sehr wie möglich zu nähern
sucht hat; zu diesem Zwecke hat er auf jeder Seite
s letztern zur Uebertragung der Bewegung des Kol-
ns zwei schmiedeeiserne Kurbelstangen C angebracht,
elche eines Theils auf beiden Seiten des Querhaup-
s D der Kolbenstange (Fig. 2) und andern Theils
n den Warzen a (Fig. 3) angeschlossen sind, welche
ztere wie an Krummzapfen an je einem Arme der
iden parallelen, auf einer und derselben Welle
enden Schwungräder E angebracht sind. Durch
se Einrichtung wird die Entfernung des Mittel-
nctes dieser Welle vom Boden des Cylinders auf
m 1 Meter herabgezogen, obgleich der Halbmesser
s Warzenkreises 0,6 Meter und demzufolge der
b des Kolbens F 1,2 Meter beträgt. Dessenun-
chtet stehen die Kurbelstangen in einem richtigen
rhältnisse, da sie mehr als 5 Mal so lang sind,
der Halbmesser des Warzenkreises.

*) Siehe weiter oben S. 101 [illegible]

langte. Die Maschine mit horizontalem Cylinder baut mehr breit als hoch und ist weniger zum Vibriren geneigt, denn da sie mit ihrer Untermauerung ein Ganzes ausmacht, so kann sie nicht wanken. Diese Disposition gestattet überdies, das Maschinenhaus weniger hoch zu machen und alle Theile der Maschine in das Bereich des mit der Wartung beauftragten Heizers oder Mechanikers zu legen, ohne daß er aus einer Etage in die andere herauf- oder herabsteigen muß, wie dieses bei den kräftigen Maschinen mit Balancier oder mit Führung der Fall ist*). Der Wärter kann mit einem Blicke das Ganze und die Einzelheiten fassen.

Auf den Dampfschiffen haben mehre Constructeurs die liegenden Cylinder adoptirt und sind dadurch in den Stand gesetzt worden, alle Theile der Maschine, sowie es jetzt bei der königlich französischen Marine verlangt wird, unterhalb der Wasserlinie zu verlegen.

Die Gebrüder Mazeline in Havre haben davon eine glückliche Anwendung bei einer Dampffregatte gemacht, und haben es durch sehr sinnreiche und neue Einrichtung ermöglicht, daß diese Maschinen sowohl der Höhe, als auch der Länge und Breite nach nur sehr wenig Raum einnehmen, so daß sie dieselben leicht im Hintertheile des Schiffes anbringen können, um direct die Triebschrauben zu bewegen.

Auch die Herrn Cavé, Farcot und Hallette bauen ihre Maschinen für Eisenhütten, Gebläse rc. jetzt mit liegendem Cylinder und Herr Flachat

*) Die 1840 nach englischem Systeme construirten Balancier-Maschinen von 460 Pferdekräften, nehmen in ihren Fahrzeugen eine Höhe von nicht weniger als 6,5 Meter oder 3 Etagen ein.

führte die schönen und starken Maschinen für die atmosphärische Eisenbahn von St. Germain in gleicher Weise aus*).

Beschreibung einer 20pferdekräftigen Dampfmaschine mit liegendem Cylinder; construirt von Herrn Hallette, Maschinenbauer in Arras.

Diese Maschine, welche in Fig. 1 Tafel 40 im Verticaldurchschnitte durch die Achse des Dampfcylinders dargestellt ist, ist in Dünkirchen zur Auspumpung eines Bassins aufgestellt; sie arbeitet mit Hochdruck ohne Condensation und einer nominellen Leistung von 20 Pferdekräften. Man sieht, daß der Constructeur bei diesem Systeme die Triebwelle A dem Dampfcylinder B so sehr wie möglich zu nähern gesucht hat; zu diesem Zwecke hat er auf jeder Seite des letztern zur Uebertragung der Bewegung des Kolbens zwei schmiedeeiserne Kurbelstangen C angebracht, welche eines Theils auf beiden Seiten des Querhauptes D der Kolbenstange (Fig. 2) und andern Theils an den Warzen a (Fig. 3) angeschlossen sind, welche letztere wie an Krummzapfen an je einem Arme der beiden parallelen, auf einer und derselben Welle sitzenden Schwungräder E angebracht sind. Durch diese Einrichtung wird die Entfernung des Mittelpunctes dieser Welle vom Boden des Cylinders auf kaum 1 Meter herabgezogen, obgleich der Halbmesser des Warzenkreises 0,6 Meter und demzufolge der Hub des Kolbens F 1,2 Meter beträgt. Dessenungeachtet stehen die Kurbelstangen in einem richtigen Verhältnisse, da sie mehr als 5 Mal so lang sind, als der Halbmesser des Warzenkreises.

---

*) Siehe weiter oben S. 101 ff.

Wenn man aber einerseits den Vortheil hat, diesen Abstand zu verringern, so muß man andererseits der Maschine einen Raum überlassen, der fast dem gleich kommt, den sie einnehmen würde, wollte man bei denselben Dimensionen die Kolbenstange zwischen der Welle A und dem Dampfcylinder anbringen; denn man sieht ein, daß, da man stets Coulissen zur Geradeführung des Kolbens bedarf, diese nothwendig in der Verlängerung des Cylinders angebracht werden müssen, so daß die Länge zwischen dem Mittelpuncte der Welle A und dem Ende der Coulissen G fast 4 Meter beträgt, und da diese Welle ein gußeisernes Getriebe H trägt, welches in ein großes ebenfalls gußeisernes Rad I eingreift, dieser Raum noch bedeutend vermehrt werden muß. Daraus geht hervor, daß in Wirklichkeit die ganze von der Maschine und der ersten Bewegungstransmission eingenommene Länge, außer dem zur Auflagerung der ganzen Maschine dienenden Holzgevierte J, 7,5 Meter beträgt. Müßte man nicht die Geschwindigkeit vermindern, so hätte das Zahnrad I vermieden werden können und der fragliche Raum wäre dadurch auf 1,3 Meter reducirt worden. Es findet daher kein bemerkenswerther Unterschied statt in Betreff der Räumlichkeit, die von einer Maschine mit horizontalem Cylinder eingenommen wird, welche nach der von Hallette befolgten Disposition mit äußerlichen Kurbelstangen construirt ist und derjenigen einer analogen Maschine, die in denselben Verhältnissen aber mit innerer zwischen Cylinder und Triebwelle liegender Kurbelstange ausgeführt ist; es kann jedoch bei der in der That einfachern Construction des Gerüstes etwas erspart werden, obgleich andererseits zugegeben werden muß, daß diese Ersparniß durch die Vermehrung der Kurbelstangen und das Querhaupt der Kolbenstange wieder verringert wird.

Da die beiden Schwungräder E symmetrisch stehen und das Vorgelege mit der Achse des Cylinders in einer und derselben Linie liegt, so ist begreiflich, daß die Kraft regelmäßig auf die Welle A übertragen wird. Die Coulissen G, welche zur Geradführung des Kolbens dienen, fassen, wie bei Locomotiven, die an den Enden des Querhauptes befestigten Gleiter zwischen sich. Sie sind an beiden Enden auf die gußeisernen Lager d aufgeschraubt, welche auf jeder Seite des Cylinders sich fortsetzen, um sowohl den Zapfenlagern der Welle A, als auch denen der Welle L, auf welche das große Zahnrad I aufgekeilt ist, zur Auflagerung zu dienen. Diese langen Gußeisenplatten, welche alle Theile der Maschine untereinander verbinden und unterstützen, ruhen ihrer Länge nach auf zwei hölzernen Schwellen J, die sich zum Theil umfassen (Fig. 2), und welche durch starke, tief niedergehende Grundanker e mit der Mauerbegründung fest verbunden sind. Diese Begründung, welche offenbar sehr einfach ist, ist bei großer Solidität um so zuverlässiger, da sie sich auf eine ziemlich bedeutende Fläche erstreckt, während die ganze Maschine sehr wenig Höhe hat.

Der Dampfkolben ist von gewöhnlicher Construction mit Metallliderung. Die Dampfvertheilung geschieht mittelst eines horizontalen Schiebers b (Figur), welcher auf der Mitte des Cylinders in einem auf diesen aufgeschraubten gußeisernen Kasten O liegt; dieser Schieber wird durch ein kreisförmiges Excentrik f bewegt, welches an der stehenden Welle ; des Schwungradregulators sitzt, deren Umdrehungszahl genau gleich der der Triebwelle ist. Der Ring, welcher dieses Excentrik umschließt, ist mit zwei horizontalen Armen verbunden, die sich hufeisenförmig in einen einzigen vereinigen, dessen Ende bei i mit der Schieberstange N verbunden ist. Demzufolge

geschieht die Steuerung genau so, wie bei manchen andern Maschienen, möge man nun den Schieber voreilen lassen und ihm Ueberhang geben (d. h., mit Expansion arbeiten), oder nicht.

Bei den für die Gruben von dem Herrn Schneider in Creuzot construirten Maschinen mit liegendem Cylinder findet die Bewegung der Schiebersteuerung nicht durch ein Excentricum statt, sondern durch eine bewegliche an der Kurbelstange selbst befindliche Gleitvorrichtung. Die Constructeurs haben die aus einer geradlinig wiederkehrenden und einer kreisförmigen zusammengesetzte Bewegung, welche durch jeden Punct der Kurbelstange beschrieben wird, zur Bewegung der Schieberstange mittelst einer an deren einem Ende mit diesem Gleiter in Verbindung stehenden Stange zu benutzen gesucht, deren anderes Ende wechselsweise in die Warze eines obern oder die eines untern Hebels eingehakt wird, welche letztere der erstern diametral entgegengesetzt, aber auf derselben Achse festgekeilt ist, um die Maschine beliebig rechts oder links, vor- oder rückwärts gehen lassen zu können, was bei Steinbrüchen oder für Schachtförderung sehr nützlich ist; denn es ist oft von großer Wichtigkeit, die Maschine augenblicklich rückwärts gehen zu lassen, da man ohne dieses fortwährend mehr oder minder ernste Unfälle zu beklagen haben würde.

Die Maschine des Herrn Hallette gewährt diesen Vortheil nicht. Ohne sie zuvor zu arretiren, könnte man diese plötzliche Bewegungsänderung des Schiebers und der Triebwelle nicht vornehmen; es ist wahr, daß die Arbeit, die sie zu verrichten bestimmt ist, dies nicht erfordert, und demzufolge hat der Constructeur darauf nicht Rücksicht zu nehmen gehabt. Sie hat übrigens noch den Vortheil, daß sie mit Expansion arbeitet, — ein Vortheil, welcher

ewöhnlich bei den Dampfmaschinen auf Gruben ermißt wird.

Eigenthümlich ist ferner der hier zu beschreibenen Maschine die variable Expansionssteuerung. Hallette hat dabei das Cornwall'sche Elidiungsventil S in Anwendung gebracht*), — eine Anwendung, die seitdem von verschiedenen Constructeurs nachgeahmt und wegen ihrer Einfachheit und Vortheile empfohlen worden ist.

Diese Art Ventile hat das Eigenthümliche, daß in solches zu gleicher Zeit auf zwei parallelen, übereinander liegenden Sitzen aufruht, von denen der eine, und zwar der obere, von kleinerem Durchmesser ist, als der andere (siehe das Detail Fig. 4). Das aus Bronce gefertigte Ventil hat zu diesem Zwecke eine glockenartige Gestalt und ist an seiner obern und untern Basis offen; letztere beide sind conisch abgedreht, um sich auf den festen Doppelsitze R aufzusetzen, der ebenfalls aus Bronce besteht und im Innern eines gußeisernen Kastens Q angebracht ist, in welchen der Dampf vom Kessel aus durch die Röhre X gelangt. Durch diese Einrichtung des Ventils mit doppeltem Sitze wird die Kraft, welche bei'm Oeffnen desselben überwunden werden muß, beträchtlich vermindert, da der Druck des Dampfes, welcher es geschlossen zu erhalten strebt, nicht wirklich auf den ganzen Querschnitt, sondern nur auf die ringförmige Fläche wirkt. Berücksichtigt man nun, daß der untere Theil von dem obern nur in Hinsicht auf die Durchmesser beider Sitze verschieden ist, so erkennt man leicht, daß der Dampf nur im Verhältnisse des Flächeninhaltes beide Ventile zu schließen

*) Diese Ventile sind auch unter dem Namen der Hornblower'schen bekannt.

schiebt, sobald das Röllchen O den excentrischen Theil des Muffes p verläßt.

Zwischen diesem Muff und dem beweglichen Ringe q des Regulators wird eine stetige Verbindung durch zwei kleine Stangen hergestellt, welche zu beiden Seiten der Achse g herabgehen, so daß, wenn dieser Ring durch das Ausschwenken oder Fallen der Kugeln steigt oder fällt, der Muff mitgenommen wird und ebenfalls steigt oder fällt. Wenn nun die beiden Hebedaumen oder excentrikartigen Theile des Muffes auf der ganzen Höhe desselben gleichweit hervorragten und somit der Achse g parallel wären, so ist klar, daß, welches auch die Stellung des Muffes auf der Achse wäre, er in nichts das Spiel des Ventils modificiren würde. Wie wir bereits angegeben haben, würde dasselbe bei jeder halben Umdrehung stets um dieselbe Höhe gehoben und sich wieder schließen, sobald das Röllchen nicht mehr mit dem Hebedaumen in Berührung steht. Dem ist jedoch nicht so. Die Hebedaumen winden sich schraubenförmig um die Umfläche des Muffes, Fig. 8 und 9, und entfernen sich nach oben zu mehr vom Centrum. Daraus folgt, daß, wenn der Muff niedergeht, sobald die Schwungkugeln sich einander nähern und die Geschwindigkeit der Maschine abnimmt, die Hebedaumen länger auf das Frictionsröllchen wirken und demzufolge das Ventil höher gehoben und längere Zeit offen erhalten wird, während gegentheils, wenn der Muff in Folge des Ausschwenkens der Kugeln steigt, und die Maschine schneller geht, die Hebedaumen, die an diesem Theile weniger weit hervorragen, das Ventil weniger öffnen und kürzere Zeit offen erhalten; die Admission des Dampfes wird daher eher unterbrochen, und die Expansion findet während eines größern Theiles des Kolbenhubes statt.

Man sieht ein, daß diese Einrichtung ganz sinnreich ist; sie ist um so zweckmäßiger, da sie in genauem Zusammenhange mit dem Ganzen der Triebwelle steht, denn sie hängt mit dem Regulator zusammen, der selbst wieder von jener Welle durch zwei Paar Winkelräder r r' und s s' bewegt wird, von denen der Specialgrundriß, Fig. 7, das Detail giebt. Offenbar müssen, wenn der Erfolg regelmäßig sein soll, die Arme und Kugeln des Regulators richtig berechnet sein, um augenblicklich bei den geringsten Veränderungen der Geschwindigkeit zu wirken.

Die Druckpumpe T, welche die Speisung des Dampfkessels besorgt, wird durch die an dem Ende der Vorgelegswelle L sitzende Warzenscheibe bewegt; da die Warze in derselben verstellbar ist, so kann man auch den Kolbenhub nach Belieben verändern, je nachdem man den Kessel mit mehr oder weniger Wasser speisen will. Sie ist, wie andere Pumpen der Art, mit Klappenventilen und Hähnen ausgerüstet, welche zur Communication zwischen dem Reservoir und Kessel nöthig sind.

Hauptsächliche Dimensionen der Maschine.

	[illegible]
Durchmesser des Dampfcylinders	[illegible]
Krummzapfenhalbmesser	[illegible]
Kolbenhub	[illegible]
Zahl der Doppelspiele des Kolbens pr. [illegible]	[illegible]
Geschwindigkeit des Dampfkolben pr. [illegible]	[illegible]
Dicke des Kolbens	[illegible]
Durchmesser der Kolbenstange	[illegible]
Breite der Eintrittsöffnungen des [illegible]	[illegible]
Länge derselben	[illegible]
Breite der Austrittsöffnung	[illegible]
Durchmesser des Dampfzuleitungsrohrs	[illegible]
Länge der Kurbelstange	[illegible]

		Meter.
Durchmesser in der Mitte derselben		0,092
Durchmesser an beiden Enden		0,060
Durchmesser der Krummzapfenwarzen		0,075
Aeußerer Durchmesser der beiden Schwungräder		2,920
Breite ihres Schwungringes		0,200
Dicke desselben		0,150
Durchmesser der Schwungradwelle		0,200
Durchmesser der Zapfen dieser Welle		0,155
Länge der Zapfen		0,200
Durchmesser des Theilkreises des auf der Schwungradwelle sitzenden Getriebes		0,800
Zahl der Umdrehungen pr. Minute	25	
Zahnbreite		0,160
Zahl der Zähne	42	
Theilung		0,060
Theilrißdurchmesser des in dieses Rad eingreifenden Zahnrades		0,400
Zahl der Umdrehungen pr. Minute	8,333	
Theilrißgeschwindigkeit pr. Secunde		1,048
Zahl der Zähne	126	
Durchmesser der Welle, auf der es sitzt		0,210
Durchmesser der Zapfen dieser Welle		0,180
Länge dieser Zapfen		0,200
Durchmesser der Grundanker		0,035
Länge derselben		1,800
Durchmesser des Bramahkolbens der Speisepumpe		0,100
Mittlerer Hub dieses Kolbens		0,220
Durchmesser der Saug- und Steigröhren		0,060

Der Kessel, welcher diese Maschine speist, ist auf 4 Atmosphären gestempelt.

Beschreibung einer Dampfmaschine mit liegendem Cylinder von 80 bis 100 Pferdekräften; von Krafft, Ingenieur zu Besançon.

Diese Maschine ist in den Hammerwerken von Muterhausen (Moseldepartement) aufgestellt, die den Herrn v. Dietrich gehören; sie ist in der Maschinenbauwerkstatt desselben Hauses zu Reichshofen im Jahre 1843 nach den Zeichnungen des Herrn Krafft, der damals Ingenieur der Hammerwerke des Niederrheins war und jetzt Civilingenieur zu Besançon ist, ausgeführt worden.

Die nominelle Leistung dieser Maschine [illegible] 80 Pferdekräfte, kann jedoch bis auf 100 [illegible] Pferdekräfte gesteigert werden. Sie arbeitet mit [illegible] pansion und ohne Condensation, wie die [illegible] schriebene. Die Kessel, aus denen sie [illegible] sind auf 5 Atmosphären gestempelt. [illegible] eine Reihe von Blechwalzwerken, eine [illegible] Schienenwalzwerken und deren Zubehör.

Bei der normalen Geschwindigkeit [illegible] Zahl der Umdrehungen der Treibwelle [illegible] 24, die der Blechwalzwerke [illegible] nenwalzwerke 60 pro Minute. Die [illegible] von 24 Umdrehungen pro Minute [illegible] gen von 80 bis 100 Pferdekräften [illegible] Anblick groß erscheinen [illegible] Watt'schen Maschinen, welche [illegible] mensionen gewöhnlich so [illegible] stens 15 bis 16 Doppelhübe [illegible] aber weiter unten sehen, [illegible] Schwierigkeiten zu stoßen, [illegible] vers von 45 Spielen für sehr [illegible] äßigen. Die Einführung des liegenden [illegible] ntermitti- ancier gestattet eine [illegible] Dauer zur

Kolbengeschwindigkeit und demzufolge der Zahl der Umdrehungen der Triebwelle; dies geht so weit, daß man sich heut zu Tage nicht scheut, die Bewegung auf die Walzwerke ohne Räderzwischengeschirr überzutragen; man läßt den Dampfkolben mit Geschwindigkeiten von 2 bis 3,5 Meter pro Secunde gehen, und sein Hub ist so bestimmt, daß die Kraftwelle dieselbe Zahl von Umdrehungen macht, wie die Walzen. Dieses zuerst von Thomas und Laurens vorgeschlagene und in mehrern wichtigen Eisenhütten ausgeführte Princip ist von mehren andern Constructeurs, die die Vortheile desselben erkannt haben, befolgt worden.

Man hat wohl, und zwar mit einigem Rechte, eingeworfen, daß diese große Geschwindigkeit der verschiedenen Theile der Kraftmaschine ein Uebelstand wäre, insofern die Abnutzung beträchtlich größer ist; auf der andern Seite aber vermeidet man alle jene schwerfällige und complicirte Uebertragung der Bewegung, die bei Balanciermaschinen mit geringer Geschwindigkeit nothwendig erheischt würde; es fallen die Radvorgelege, die Vorgelegswellen, ungeheuere Schwungräder weg, die ebensosehr durch ihre Masse, als durch ihre rapide Geschwindigkeit in Schrecken setzen; daher kommen auch die damit verbundenen Reibungen und andere Kraftverluste in Wegfall, und außerdem hat man den Vortheil, daß man nicht unnützer Weise Dampf vergeudet, wenn die ausübende Maschine steht, da die Kraftmaschine direct mit jener verbunden ist. Dieser Vortheil läßt sich doch ohne Zweifel nicht bestreiten, man muß jedoch zugeben, daß andererseits diese Einrichtung ebensoviele Motoren erfordert, als ausübende Maschinen oder Reihen von Walzenwerken da sind; in den Anlagekosten kann daher keine Ersparniß Statt finden.

In dieser Hinsicht hat Herr Krafft der Disposition der Maschine den Vorzug gegeben, welche wir hier beschreiben wollen, indem er auf die Kraftwelle ein Zahnrad aufsetzte, um zu gleicher Zeit oder einzeln die auf beiden Seiten stehenden Reihen von Walzwerken in Bewegung setzen zu können. Die Hauptbedingungen, welche er zu realisiren gesucht hat sind: geringe Anlagskosten, große Solidität und Veränderlichkeit der momentanen Kraft.

Den beiden ersten Bedingungen ist vollkommen Genüge geleistet durch das vom Erbauer gewählte System mit liegendem Cylinder, wie es in Fig. 10, 11 in verticalem Längen- und Querdurchschnitt anschaulich wird. In der That, wie wir oben sagten, sind die Maschinen mit liegendem Cylinder, im Vergleiche mit denen anderer Construction, öconomischer, was die Anlagekosten betrifft. Sie sind ferner leicht aufzustellen, vorausgesetzt, daß sie auf einer weit ausgedehnten Begründung aufgeführt werden, und daß alle beweglichen Theile ihre Kraftäußerung in nicht zu großer Höhe über dieser Begründung verrichten.

Die dritte Bedingung, die der momentanen Veränderbarkeit der Kraft, ist in der vollständigsten Weise erfüllt durch das Elidirungsventil, welches direct durch den Schwungkugelregulator bewegt wird, wie bei der vorigen Maschine. Man weiß, daß dieses System mit vielem Erfolge von mehrern Constructeurs und vorzüglich durch das Haus J. J. Meyer in Mühlhausen, (jetzt die Compagnie „Expansion") befolgt worden ist.

Die Heizung der Dampfkessel sollte durch die bei den Puddel- und Vorwärmöfen verloren gehende Wärme bewerkstelligt werden. Dieser Umstand, verbunden mit dem, in Folge des sehr unregelmäßigen, zeitweiligen Betriebes der Walzwerke sehr intermittirenden Dampfverbrauche, bewog den Erbauer zur

Wahl von Kesseln mit großer Heizfläche und großem Fassungsraume, ersteres, weil mit der bei den Oefen verloren gehenden Wärme ein Quadratmeter Heizfläche viel weniger Wasser verdampft, als sie durchschnittlich bei einer directen Heizfläche verdampfen würden; — letzteres, weil ersteres die Variationen der Pressung sich vom Anfange bis zum Ende des Durchganges eines Gutzes durch die Walzwerke weniger fühlbar machen, und zweitens, weil während des Stillstandes der Maschine die Kessel eine große Quantität Wärme aufspeichern, bevor sie auf den Punct gelangen, wo die Dampfspannung hinreichend stark wird, um die Sicherheitsventile zu heben, denn nach diesem Augenblicke wird alle an den Kessel abgegebene Wärme zwecklos zur Verdampfung verwendet.

Wir sind überzeugt, daß viele Fehler auf Hütten vermieden würden, trüge man stets Sorge, diesen zwei Grundsätzen nachzukommen; bei fast allen Heizungen mit verlorner Wärme, welche Maschinen mit intermittirendem Gange speisen, sind die Kessel nicht ausreichend, sei es aus Mangel an Heizfläche, sei es aus Mangel an Capacität. Diese Fehler kommen leider noch bei Kesseln mit directer Heizung vor. Man kann es den Constructeurs nicht genug anempfehlen, sie zu vermeiden.

Zuführung des Dampfes. — Der Dampf kommt von verschiedenen Theilen der Hütte her und sammelt sich in einem gußeisernen Kasten A, Figur 10, welcher über dem Hauptzuleitungsrohre B liegt. Diese Röhre, welche ebenfalls aus Gußeisen besteht, trägt an ihrem untern Theile einen Sack a, welcher mit einem Hahne versehen ist, um eine ziemliche Menge Wasser ablassen zu können, welches sich in dem Kasten A und einem Theile der Zuleitungsröhren condensirt hat. Von da geht der Dampf in den cylindrischen, verticalen Behälter C, welcher das Er-

Expansionsventil D umschließt, das Fig. 12 im Detail darstellt. Hat der Dampf dieses Ventil passirt, so dringt er in den Schieberkasten E.

Ueber dem Dampfzuführungsrohre ist ein Drosselventil b angebracht, das durch die Hand bewegt wird, und welches dazu dient, den Dampf zuzulassen oder abzuschließen, wenn man die Maschine anlassen oder zum Stillstande bringen will.

Steuerung. — Der Vertheilungsschieber E ist von Bronze und mit Ueberhang und Vorlauf construirt. Letzterer wird in der Weise regulirt, daß die Zulassung des Dampfes beginnt, sobald die Kurbel der Maschine sich nur noch 16 Grade vom todten Puncte befindet, was ungefähr dem zehnten Theile einer Secunde vor der Umsteuerung des Dampfkolbens entspricht. Der Ueberhang ist, in Hinsicht auf das Vorhandensein eines Expansionsventils, von geringer Wichtigkeit und giebt nur eine Vorsichtsmaßregel ab für den Fall der Undichtheit dieses Ventiles.

Die Bewegung des Schiebers wird durch ein Kreisexcentricum F bewerkstelligt, welches auf der Schwungradwelle sitzt. Dieses Excentricum ist von einem aus zwei Stücken bestehenden Ringe umgeben, an dem die schmiedeeiserne Zugstange G befestigt ist. Sie endigt in eine Handhabe und umfaßt die Warze eines Hebels c, dessen Achse auf ihrer Mitte einen andern Hebel d trägt, mit welchem durch das Gelenkstück r die Stange t des Schiebers E verbunden ist.

Die ganze Länge des Hubes dieses Schiebers beträgt 0,176 Meter. Die Dampfcanäle sind im Querschnitte 0,068 Meter lang und 0,260 Meter breit, haben also jeder 0,0177 Quadratmeter Lichtöffnung, was, wie wir später sehen werden, $\frac{1}{30}$ der Kolbenfläche beträgt. Der Dampfaustritt erfolgt

durch zwei Röhren H von 0,14 Meter Weite, welche zu beiden Seiten des Cylinders angebracht sind und sich in eine einzige I von 0,2 Meter Weite vereinigen.

Dampfcylinder. — Der Dampfcylinder J dieser Maschine ist 0,862 Meter weit; seine Totallänge beträgt 2,34, die Entfernung zwischen beiden Böden 2,198 Meter. Der Hub des Kolbens beträgt 2, seine Dicke 0,173 Meter. Der Raum, welcher am Ende des Hubes zwischen dem Kolben und jeden der beiden Böden bleibt, ist 0,0112 Meter.

Der Dampfkolben K hat eine doppelte Liederung von Gußeisen; jede Liederung wird durch einen einzigen bis auf einen Durchmesser von 0,868 Meter abgedrehten Gußring gebildet, an welchem, um ihn in den Cylinder einführen zu können, man vorher einen Ausschnitt anbringt. Der so geöffnete Ring wird mit Kraft geschlossen, bis er den nöthigen Durchmesser erreicht hat, um in den Cylinder eingebracht werden zu können, an dessen ganzer Umfläche er andrückt.

Die Kolbenstange L besteht aus Schmiedeeisen. Ihre Stärke beträgt 0,120 Meter, d. h., $\frac{1}{7}$ des Cylinderdurchmessers.

Bewegungstransmission. — Die Mittheilung der Bewegung zwischen Kolben und Krummzapfen der Schwungradwelle erfolgt durch eine schmiedeeiserne Kurbelstange M, welche von Mittelpunct zu Mittelpunct 4 Meter Länge hat; ihre Stärke varirt von 0,13 bis 0,16 Meter. Die beiden mit Bronzelagern ausgerüsteten Köpfe dieser Stange sind jeder 0,15 Meter weit ausgebohrt. Sie umfassen, der eine die Warze des Krummzapfens N, der andere den schmiedeeisernen Bolzen O, an dessen Enden die großen Frictionsrollen P aufgesteckt sind. Diese laufen in den gußeisernen Führungen Q, welche die ge-

radlinige und horizontale Bewegung der Kolbenstange leiten sollen.

Der Durchmesser des erwähnten Bolzens nimmt vom Mittel aus nach den Zapfen hin von 0,15 bis 0,11 Meter ab; die Zapfen, auf welchen die Naben der Frictionsrolle sitzen, sind bis auf 0,095 Meter abgedreht. Die gußeisernen Rollen sind mit Bronze ausgebüchst und haben 0,5 Meter Durchmesser. Die Kolbenstange und die Frictionsrollenspindel sind durch einen schmiedeeisernen, durch einen Keil am Kopfe der Kolbenstange befestigten Muff verbunden.

Begründung der Maschine. — Der Dampfcylinder liegt zwischen zwei zu beiden Seiten desselben liegenden Gußeisenrahmen, die selbst wieder mit den zwei andern, die Führung für die Rollen abgebenden Rahmen Q verschraubt sind. Ein fünfter Rahmen Q' liegt neben dem Krummzapfen; er trägt das Zapfenlager der Schwungradwelle R und dient dazu, den Abstand zwischen Cylinder und Kurbel unveränderlich zu erhalten. Diese Rahmen liegen auf einer massiven Mauerung, welche die ganze Begründung der Maschine ausmacht und sind damit gut verankert.

Variable Expansion. — Die variable Expansion wird durch einen excentrikartigen Muff p besorgt, der mit einem einzigen helicoidischem Hebedaumen versehen ist und sich vertical auf und niederbewegt, je nachdem die Kugeln des Regulators S steigen oder fallen. Der Hebedaumen ist so angebracht, daß er fortwährend das Ventil D einen Augenblick vor der Oeffnung des Vertheilungsschiebers E zu heben sucht, wie auch der Schwungkegelregulator stehen möge. Die Schließung gegentheils erfolgt zu Zeitpuncten, die zwischen $\frac{1}{8}$ und $\frac{7}{8}$ des Kolbenhubes variiren, je nachdem sich der Regulator im Zustande der größten Oeffnung, des gänzlichen Schlusses oder

in jeder andern dazwischen fallenden Lage befindet. Man begreift, daß bei einer so großen Variation in der Expansion und bei der großen Empfindlichkeit, mit der gewöhnlich die Centrifugalregulatoren spielen, es möglich sei, in weniger als 2 Secunden eine zwischen 40 und 100 Pferdekräften variirende Kraft zu erzielen.

Die große Variabilität der Kraft, verbunden mit der wenig merklichen Veränderlichkeit an Geschwindigkeit, ist es, worin das Verdienst der Wahl besteht, welche Krafft bei dem in Anwendung stehenden Expansionssysteme zu treffen wußte. So entwickelte auch die Maschine von Monterhausen in einem Augenblicke die enorme Kraft, welche nöthig ist, um Blechtafeln von mehr als 1 Meter Breite und mehrern Metern Länge auszuwalzen, während sie den Augenblick darauf leer ohne merkliche Steigerung der Geschwindigkeit fortgeht. Die variable Expansion durch den Regulator hat noch den andern Vortheil, sehr merkliche Veränderungen der Geschwindigkeit zu beseitigen, wenn in Folge des Durchziehens eines ganzen Ofensatzes von Blöcken die Pressung in den Kesseln bedeutend fällt.

Das von dem Constructeur angewendete Expansionsventil ist dem oben beschriebenen ähnlich; es ist ebenfalls ein Cornwall'sches Ventil (Cornish valve), deren Erfindung man Hornblower verdankt. Es hat, wie wir bereits angegeben haben, zwei sehr ausgeprägte Vortheile: 1) den, daß es der Hebung nur einen geringen Widerstand entgegensetzt, da der Dampfdruck nur auf eine ringförmige Fläche wirkt; 2) den, daß es bei einer sehr geringen Lüftung dem Dampfe eine ziemlich beträchtliche Durchgangsöffnung gewährt, da dieser Durchgang zu gleicher Zeit durch den obern und untern Theil der beweglichen Glocke

[illegible] erfolgt, welche auf dem durchbrochenen doppelten Sitze m ruht.

Die Stange, welche diese Glocke trägt, geht durch eine Stopfbüchse und ist oben mit einem kleinen Kolben verbunden, der in den kleinen Cylinder h eingepaßt ist, welcher eine Springfeder umschließt (letztere strebt beständig, das Ventil auf seinem Sitze zu erhalten). Bewegt wird diese Kolbenstange durch den Winkelhebel x und die mit der Hebedaumenwelle p communicirende Stange y.

Die Welle des Schwungkugelregulators wird durch ein Rädvorgelege so in Bewegung gesetzt, daß sie genau zwei Mal so viel Umdrehungen macht, als die Schwungradwelle, d. h., 48 pr. Minute beim normalen Gange. Die Bewegung der Kraftwelle wird auf das erste Zahnrad r übertragen, dem seine Bewegung durch eine schmiedeeiserne Kurbel s mitgetheilt wird, welche vor dem Hauptkrummzapfen N liegt, mit dessen Warze sie durch einen Mitnehmer verbunden ist. Die nach vorn verlängerte Welle dieses Rädchens r, dreht sich in einem auf Säulen ruhenden Zapfenlager t und steht durch das in das Rad r eingreifende Getriebe mit der Achse u in Verbindung, die ihre Bewegung durch ein zweites Paar Winkelräder auf eine stehende Welle v überträgt, welche der des Regulators parallel läuft und letztere durch Stirnräder z bewegt.

Die Bewegung des Expansionsventiles und des Vertheilungsschiebers ist so arrangirt, daß beide augenblicklich von der Maschine unabhängig gemacht und von der Hand des Maschinisten besorgt werden können. Diese Einrichtung ist bei großen Maschinen sehr nützlich, vorzüglich wenn die Bewegung sehr oft unterbrochen wird; denn wenn die Maschine nahe an einem der todten Punkte in Stillstand geräth, muß man sie bisweilen in der, der gewöhnlichen Bewe-

gung entgegengesetzten Richtung gehen lassen, um sie in Gang zu bringen.

Die Speisepumpen dieser Maschine, zwei an der Zahl, liegen zu beiden Seiten des Dampfcylinders bei T, Fig. 11; ihre Mönchskolben haben 38 Millimeter Durchmesser und denselben Hub, wie der Dampfkolben; sie bestehen aus Schmiedeeisen und können jeder pro Minute 127 Litres Wasser liefern. Der Constructeur hat keinen Nachtheil darin gesehen, die Pumpen horizontal zu legen, wie bei der Maschine von Creuzot und sie mit eben der Geschwindigkeit gehen zu lassen, wie die Dampfkolben. Das Speisewasser, das durch die Kolben fortgedrückt wird, geht in einen auf dem Hintertheile U des Cylinders stehenden Windkessel, von wo es in einen andern Recipienten geleitet wird, in welchen die verschiedenen, nach den Kesseln führenden Speiseröhren münden. Der Windkessel soll die Bewegung des Wassers in den Röhren reguliren, von denen einige sehr lang sind.

Schwungrad und Radvorgelege. — Das Schwungrad V dieser Maschine hat ein Totalgewicht von 25000 Kilogrammen; sein äußerer Durchmesser beträgt 7,244 Meter, und es hat demzufolge bei'm normalen Gange eine Umfangsgeschwindigkeit von 9,1 Meter pro Secunde. Die Arme des Schwungrades, welche sorgfältig mit dem Schwungringe und der die Nabe bildenden Rosette zusammengekeilt sind, tragen zugleich das erste Zahnrad X. Die Schwungradwelle ist an den Zapfen 0,32 und in der Mitte, wo sie einen achteckigen Querschnitt hat, 0,38 Meter stark. Die Rosette ist auf die Welle durch vier große schmiedeeiserne Keile von 0,04 und 0,1 Meter Stärke auf die Welle aufgekeilt, die durch heftige Schläge mit einem großen Schlägel in ihre sorgfältig vorgerichteten Sitze eingetrieben sind. Löcher von

0,041 bis 0,04 Meter Weite sind, in zwei Reihen alternirend, auf der ganzen Umfläche des Schwungrades angebracht, um dasselbe mit Hülfe eiserner Hebebäume handhaben zu können. Bei V' sieht man die Form des Querschnitts des Schwungringes. Das große, an den Armen des Schwungrades sitzende Stirnrad X greift in 2 andere, welche jedes eine Reihe von Walzwerken mit den oben angegebenen Geschwindigkeiten in Bewegung setzen. Dieses Rad hat nicht weniger als 5,4 Meter Theilrißdurchmesser und 0,315 Meter Zahnbreite; es ist in Segmenten gegossen, die mit den Armen durch schwalbenschwanzförmige Zapfen verbunden sind, wie Fig. 10 zeigt.

Sims's horizontale Dampfmaschine mit Doppelcylinder und Expansion.

Fig. 6 und 7, Taf. XLII, sind zwei Ansichten eines Musters der neuern, mit den möglichsten Verbesserungen ausgestatteten, direct wirkenden Dampfmaschinen mit liegenden Cylindern aus der Werkstätte von James Sims in Redruth (Cornwallis), welcher sich durch seine zweckmäßigen Constructionen großen Ruf unter den Maschinenfabricanten erworben hat. Wie bei der gewöhnlichen Woolf'schen Maschine wurde auch bei unsern Mustern ein Doppelcylinder angewandt, um die Expansion weiter treiben zu können, als dies in einem einzigen Cylinder möglich ist; die Maschine hat 35 Pferdekräfte und ist in den Lemes-Wasserwerken in Sussex im Gange.

Bei großen Maschinen werden zwei einzelne Cylinder mit ihren Enden zusammengeschraubt; bei solchen dagegen, welche einen kurzen Hub haben, sind die Cylinder aus einem Stücke gegossen, wie dies aus dem Durchschnitte derselben in Fig. 6 zu ersehen

ist; diese Ansicht zeigt die vollständige Maschine von der Seite gesehen, nur die Cylinder, Canäle und Schieber sind durchschnitten. Fig. 7 ist ein entsprechender Grundriß. Der große und kleine Kolben A und B in den beiden Cylindern sind an derselben Kolbenstange C befestigt, die außerhalb mit Führungsstücken versehen ist, welche in der horizontalen Bahn D laufen. Diese Bahn ruht auf einem Traggestelle mit kleinen Säulchen, welche auf die ebene Fläche des Hauptgestelles aufgeschraubt sind. Das durch den Kolbenstangenkopf gehende Querstück E verbindet den Kolben mit der Zugstange, die an einem Ende mit einer weiten Gabel versehen ist, auf welche Metallfutter und Bügel F aufgekeilt sind. Die Seitentheile des Hauptgestelles bestehen aus drei gezierten Böcken, zwischen welchen sich aufrechte Felder und Querstreben befinden, und sind auf einen hölzernen Fundamentrahmen aufgeschraubt. Die obere Fläche des Hauptgestelles trägt den ganzen Mechanismus, die Cylinder, die Leitrahmen, die Kurbelachse X. Der große Cylinder ist an vier Traglappen, welche aus einem Stücke mit ihm gegossen sind, auf das Gestell aufgeschraubt, ebenso der kleine, nur daß sie bei diesem länger sind.

Die Schieberbewegung ist von der allereinfachsten Art. Das Excentricum G auf der Schwungradachse steht durch seine Stange direct mit dem Steuerhebel auf der Steuerungsachse H in Verbindung. Der von derselben aufwärtsgehende Hebel I tritt in einen Schlitz, welcher in der Schiebestange J angebracht ist, und der Schieber selbst liegt oben auf dem größeren Cylinder.

Ist die Maschine im Gange, so tritt der Dampf zuerst auf die vordere Fläche des kleinen Kolbens und wird, außer bei sehr kurzhubigen Maschinen, durch Vorlaufen des Schiebers wie gewöhnlich abgesperrt,

so daß der kleine Kolben in Folge einfacher Expansion den noch fehlenden Theil seines Wegs zurücklegt. Sobald er umwendet, tritt der Hochdruckdampf von seiner vordern Fläche in den großen Cylinder und zwar hinter den Kolben, so daß dieser seinen entgegengesetzten Lauf macht. Das Verhältniß der Kolbenflächen ist wie 4 zu 1, so daß, wenn der Dampf aus dem kleinen Cylinder in den großen tritt, und auf gleich große Flächen mit gleicher Kraft drückt, der große Kolben noch einen Ueberdruck erhält, welcher drei Mal so groß ist, als der Druck auf den kleinen Kolben, wodurch auch die zweite Hubhälfte (zurück) bewerkstelligt wird.

Sind beide Kolben an der vordern Fläche der Cylinder angekommen, so tritt der expandirte Dampf durch das Austrittsventil K aus dem großen Cylinder. Dieses Austrittsventil wird von dem Schieberexcentricum mittelst eines Hebels L bewegt, welcher ebenfalls auf der Steuerungsachse H aufgekeilt ist. Er steht durch die Stange M mit dem Hebel N in Verbindung, welcher sich auf der kurzen Achse O befindet, die noch einen zweiten Hebel P trägt, der die Ventilspindel Q in Bewegung setzt. Der Dampf entweicht aus dem Behälter R in die Röhre S, welche zu dem Condensator T führt, und von welcher aus eine kurze Verbindungsröhre U zu dem zwischen beiden Kolben befindlichen Raume sich erstreckt, so daß auch in diesem das Vacuum beständig hergestellt wird.

Aus dem bisher Gesagten ist zu ersehen, daß frischer Dampf bei jedem Doppelhube nur einmal in den kleinen Cylinder eingelassen wird. Während dies geschieht, wird die Bewegung durch den directen Dampfdruck auf den kleinen Kolben hervorgebracht, wobei nach Umständen schon Expansion eintreten kann. Das Vacuum zwischen beiden Kolben ist hier-

bei behilflich, weil sich beide Flächen des großen Kolbens im Vacuum befinden, und die innere Fläche des kleinen Kolbens also keinen Gegendruck erleidet. Die rückgängige Bewegung wird durch die Differenz der Kolbenflächen hervorgebracht, wenn durch das Schiebventil eine Verbindung zwischen den entgegengesetzt liegenden Kolbenflächen hergestellt wird, wobei wieder das Vacuum zwischen den beiden Kolben die Wirkung erhöht.

Der Umstand, daß für jeden Doppelhub nur ein einziges Mal Dampf aus der Maschine entweicht, ist in Bezug auf Ersparniß sehr wichtig, da bei den gewöhnlichen Anordnungen für jeden Hub eine beträchtliche Menge Dampf unbenutzt verloren geht. Der Durchschnitt durch die Cylinder und den Schieber zeigt die eigenthümliche Anordnung des letztern. Bei der in der Zeichnung gewählten Stellung geht der Dampf von der vordern Fläche des kleinen Kolbenwegs und, wie dies durch Pfeile angezeigt ist, auf die Rückseite des großen. Oben auf dem großen Cylinder sind nur zwei Dampfmündungen angebracht, und die daselbst anfangenden beiden Canäle führen zu den entgegengesetzten Enden der zwei Cylinder. Wird bei dieser Anordnung der Dampfschieber gegen das äußere Ende des großen Cylinders verschoben, so ist der zum kleinen Kolben führende Canal unbedeckt und der Dampf tritt vom Kessel her in den kleinen Cylinder. Bei der entgegengesetzten Lage des Schiebers ist die erwähnte Canalmündung bedeckt, und die Verbindung zwischen den beiden Canälen durch den Hohlraum des Schiebers hergestellt, wie dies die Zeichnung deutlich angiebt.

Die Regelmäßigkeit der Bewegung, welche durch dieses Expansionssystem erzielt wird, ist ausgezeichnet, daher für solche Fabriken, z. B. Baumwollspinne-

reien, wo manche Operationen eine vollkommen gleichmäßige Bewegung unumgänglich erheischen, Sims's Maschine sehr schätzbar ist; außer in Spinnereien wird dieselbe auch bereits als Fördermaschine, als Wasserhältungsmaschine für Stampfwerke und zum Aufwinden von Lasten angewandt. Im Vergleiche mit den doppeltwirkenden Maschinen von Boulton und Watt, welche ohne Expansion und mit einem Hube von 1 Fuß und darunter arbeiten, zeichnen sich die neuen Maschinen durch die Brennmaterial-Ersparniß aus, welche im Durchschnitt 40 Procent beträgt.

Die Verhältnisse der beiden Cylinder sind so gewählt, daß die Kolbenbewegung nach beiden Richtungen mit genau gleicher Kraft erfolgt, und die Maschine verrichtet in der That dieselbe Arbeit, wie eine eincylindrige, doppeltwirkende Maschine (mit einem Cylinder, der die Größe des kleinen Cylinders an der neuen Maschine hat), abgesehen von der Reibung des großen Kolbens, die sich auf ein Fünftheil berechnet. Für Seeschiffe, wo der Raum zum Aufbewahren der Kohlen so sehr in Betracht kommt, wie wohlfeil auch sonst das Brennmaterial sein mag, halten wir diese Art von Maschinen ganz besonders geeignet.

Wir sind der Ansicht, daß die horizontale Maschine sich bald noch mehr Eingang verschaffen werde, als die frühern Maschinen mit übereinanderstehenden Cylindern von demselben Hrn. Sims.

Dampfmaschine mit zwei Cylindern und Balancier; construirt von dem Maschinenbauer Farcot zu Saint Ouen bei Paris.

Diese Maschine mit einer Leistung von 30 Pferdekräften und nach dem Woolf'schen Systeme eingerichtet, setzt in la Villette die Pumpen in Bewegung, welche das aus den Senkgruben von Paris durch Absetzen geklärte Wasser bis nach Bondy schaffen müssen.

Obgleich diese Dampfmaschine keine bedeutende Kraft hat, so ist sie doch zur Erreichung des obigen Zweckes vollkommen ausreichend; sie zeichnet sich durch mehre sinnreiche Einrichtungen aus, ist sehr gut ausgeführt und verbraucht verhältnißmäßig nur wenig Brennmaterial. Aus diesem Grunde hat die Société d'Encouragement zu Paris dem Erbauer auch im April 1849 einen Preis auf Verbesserung der Dampfmaschinen zuerkannt.

I. Die Maschine zeigt die nachstehenden Eigenthümlichkeiten:

1) Die beiden Cylinder sind von einander getrennt und wirken an einem und demselben Ende des Balanciers. Sie sind mit Mänteln umgeben, in welchen Dampf circulirt, und diese Dampfmäntel haben nochmals gußeiserne Mäntel, zwischen denen und den ersten Mänteln eine dicke Schicht von Holzkohlenpulver angebracht ist.

2) Die Cylinderböden sind nur von Dampf umgeben, nicht von dem Kohlenpulver; die Deckel sind ebenfalls doppelt, und es enthalten die Zwischenräume nicht allein Dampf von der Temperatur im Kessel, sondern auch Kohlenpulver.

3) Die Vertheilungsschieber und Oeffnungen haben eine solche Einrichtung, daß sie den Dampf, der unter beiden Kolbenflächen gewirkt hat, durch zwei besondere Röhren entweichen lassen. Auf dem Wege vom kleinen zum großen Cylinder gelangt der Dampf in einen eigenthümlichen Apparat, der das Ausströmen vor der Beendigung des Kolbenlaufs unterbricht und den Dampf in freien Räumen zusammenpreßt.

4) Die Vertheilung in dem großen Cylinder wird durch vier Ventile bewirkt, von denen zwei zum Einströmen und zwei zum Ausströmen des Dampfes dienen.

5) Der Kessel endlich besteht aus einem weitern und aus vier engern Cylindern (Siederöhren), die seitwärts von dem erstern von den Flammen umspielt werden. Das Speisewasser geht von einer Siederöhre in die andere, in umgekehrter Richtung von der Bewegung der Flamme.

Wir wollen zuvörderst eine Erklärung der Figuren auf den Tafeln XL und XLI geben.

Fig. 1, Taf. XLI, senkrechter Durchschnitt und Aufriß der Maschine.

Fig. 2, Grundriß nach der Linie AB Fig.

Taf. XL, Fig. 1, Aufriß der Cylinder und ihrer Distributoren.

Fig. 14, Horizontal-Projection der Steuerung oder Bewegung des Dampfes in beiden Cylindern.

Fig. 15, 16 und 17, einzelne Theile der Distribution oder Dampfvertheilung nach einem größern Maßstabe.

Fig. 18, Aufriß des kleinen Cylinders und Durchschnitt des Apparats zur Zusammenpressung des Dampfes.

Fig. 19, schiefe Horizontal-Projection der beiden Cylinder und ihrer Dampfvertheilungsbüchsen.

Fig. 20, senkrechter Durchschnitt und Fig. 21 Grundriß der Dampfvertheilung in dem großen Cylinder.

Gleiche Buchstaben bezeichnen an allen Figuren gleiche Gegenstände.

A, großer Cylinder, B kleiner Cylinder; sie sind beide mit einem ersten gußeisernen Mantel A' umgeben, der auch die Böden und die Deckel umschließt, und dann noch mit einem zweiten Mantel B', der die Abkühlung durch die äußere Luft verhindert. Der Zwischenraum zwischen dem ersten und dem zweiten Mantel ist mit Holzkohlenpulver C' ausgefüllt.

C C Kolben mit innern Federn. D D Kolbenstange, welche durch das Parallelogramm E E gerade geführt wird.

F, Balancier, G, Balancierzapfen.

H, Gerüst und Balancierzapfenlager.

I, Kurbelstange, welche die Bewegung von dem Balancier auf die Kurbel J und sogleich auf die Welle K und das Schwungrad L überträgt.

M Condensator mit seiner Luftpumpe N, welche die Bewegung durch die Stange O erhält.

P, Speise- und Kaltwasserpumpe, welche durch die mit dem Balancier verbundene Stange Q bewegt wird.

R, Kugelregulator, der auf die Dampfvertheilung des kleinen Cylinders wirkt, um die Expansion des Dampfes mittelst des Hebels S zu verändern. Er erhält zu gleicher Zeit eine wiederkehrend senkrechte und eine rotirende Bewegung; sein fester Punct ist die Decke T.

U U, System von Kegeln, welche in einander treten oder aus einander gehen, je nachdem die Regulator-Kugeln sich von einander trennen oder einander nähern und dem Hebel S eine rotirende Bewegung in der einen oder in der andern Richtung mittheilen.

V, V' Fig. 20, Taf. XL, Ventilbüchsen, welche den Dampf in den großen Cylinder vertheilen, und welche durch die Säulen X, X verbunden sind.

Y, Y, mit Armen versehene senkrechte Stangen, wodurch die Ventile gehoben werden.

A'', Rahmen, welcher die Bewegung dem Schieber des kleinen Cylinders mittheilt.

Dieser Rahmen, sowie die Stangen Y, Y werden durch das Excentricum B'' bewegt, und zwar mittelst der beiden Vertheilungswellen mit Kurbeln, die durch Lenkstangen mit einander verbunden sind, wie die punctirten Linien in Fig. 1, Taf. XLI, und die Fig. 13 und 14, Taf. XL, im Detail zeigen.

C'', C'', Scheiben oder Rollen, welche die Bewegung auf die Welle D' übertragen, die, die Welle des Regulators bewegen.

E', Support des Regulators.

F', Röhre, mittelst welcher der Dampf herbeigeführt wird.

G', Reinigungsröhre für die Manteläume, welche das condensirte Wasser zum Kessel führt.

H', Röhre, welche den Dampf aus dem großen Cylinder zu dem Condensator führt.

I', Apparat, den man im Durchschnitte in Fig. 18, Taf. XL, sieht, und der den Zweck hat, den Dampf hinter dem Kolben des kleinen Cylinders, am Ende von dessen Laufe, um eine veränderliche Größe zusammenzupressen; er wird durch die Condensator-Stange, bewegt.

a Schmierhähne der Kolben C, C.

b, Kaltwasser-Einspritzhahn, der durch die Kurbel c bewegt wird.

I', Distributionswelle.

K', Excentrik-Lenkstange.

L', Vertheilungsbüchse des kleinen Cylinders.

d, Fig. 17, Schraube ohne Ende, welche mittelst des Rades M' die Bewegung auf die Achse Z überträgt.

e, Kurbel, welche den Zweck hat, die Dampfvertheilung mit der Hand zu bewirken. Die Stange g der Schraube ohne Ende besteht aus zwei Theilen, die durch eine Büchse mit Frictionsplatten vereinigt worden sind, so daß man die Kurbel e drehen kann, ohne auf den Regulator zu wirken.

M', Rad der Schraube ohne Ende.

N', Steuerungs-Schieber.

O', O', Expansionsschieber (glissières). P' P', Q' Q', Nasen. f, an die Schieber befestigte Federn, welche die Expansionsschieber angedrückt erhalten.

S', doppelter Daumen, dessen Winkelstellung die Dauer des Einströmens von dem Dampfe bestimmt, indem er die frühere oder spätere Schließung der Oeffnungen der vordern Schieberfläche bewirkt. Diese Oeffnungen werden durch die Nasen P' geöffnet, die gegen die Büchse während des Ganges von dem Steuerungsschieber stoßen, und sie werden nach einer veränderlichen Zeit durch die Nasen Q', welche gegen die doppelten Daumen stoßen, geschlossen.

T', Rahmen des Schiebers. U', Stange, welche sie in Bewegung setzt.

V'', Ventil, durch welches die Maschine in und außer Betrieb gesetzt wird, indem es das Einströmen des Dampfes aus dem Mantel in die Büchse verhindert.

Der Apparat I', Fig. 18, erhält die Bewegung in einem veränderlichen Augenblicke von der Stange Q' des Luftpumpen-Kolbens und comprimirt den Dampf hinter den Kolben des kleinen Cylinders nach jedem Kolbenzuge.

h, Admissions-Ventile für den Dampf; i, Auslaßventile.

k, Kurbel, welche zur Bewegung des Ventils V'' dient.

In dem horizontalen Durchschnitte der Säulen, Fig. 21, sieht man die Projection der untern Büchse V; die Fig. 19 zeigt die obere Büchse V'. Vergleicht man beide Figuren, so bemerkt man, daß jede Stange Y, Y ein linkes und ein rechtes Ventil, das heißt, ein Admissions- und ein Auslassungsventil hebt.

X', Röhre, welche den Dampf aus dem kleinen Cylinder zu den Ventilbüchsen in den linken Abtheilungen führt.

Y', Röhre, welche den Dampf aus dem großen Cylinder in den Condensator führt.

Z', Welle des Rades M', an welcher der doppelte Daumen S' befestigt ist.

Wir wollen nun noch das Hrn. Farcot eigenthümliche System der veränderlichen Expansion mit Hülfe von Fig. 15, 16 und 17, nach der Beschreibung desselben im Bulletin de la Société d'Encouragement, Jahrgang 1846, Seite 109 ff., kennen lernen.

Der Rücken des Steuerungsschiebers O' hat 6 länglich-viereckige Oeffnungen zum Einströmen des Dampfes, der von der Seite L' her kommt. Den Rücken des Steuerungsschiebers bedecken zwei Expansionsschieber O und P, von denen jeder zwei Oeffnungen hat und gegen ersteren durch die Federn f so angedrückt wird, damit er die letztern bei seiner Bewegung mit fortführe. Diesem Fortführen wird aber durch die Nasen P und Q und durch zwei Stifte Grenzen gesetzt, denn jene finden an den beiden Daumen und diese an den Enden der Dampfbüchse ein Hinderniß. In der Stellung, welche die Fig. 15 andeutet, steht der Dampfkolben unten, und der Dampf strömt durch die untern drei Löcher nach b

mit, von da nach d und unter den Kolben; wogegen der Dampf über dem Kolben auf dem Wege d a c ausströmt. Nun steigt der Steuerungsschieber empor und nimmt den Expansionsschieber P' mit fort, wogegen der Schieber Q stehen bleibt, weil sein Stift oben an die Wand der Büchse anstößt. Bei'm weitern Fortrücken des Schiebers trifft die Nase P' an den Daumen S, es bleibt nun Q zurück und versperrt dadurch die drei untern Dampfwege, so daß nun Expansion des Dampfes eintreten muß. Später nimmt der Steuerungsschieber die umgekehrte Bewegung an und führt hierbei beide Expansionsschieber mit fort, und wenn der Dampfkolben das Ende seines Weges erreicht hat, gelangt O' O' wieder in die erste Stellung; zugleich sind die obern drei Dampfwege eröffnet, und es strömt nun frischer Dampf durch diese und auf dem Wege b d über den Kolben, wogegen der benutzte auf dem Wege d a c abfließt.

Kessel. — Hr. Farcot hat im Januar 1845 ein Eröffnungspatent auf eine neue Einrichtung der Speise-Siederöhren bei den Dampfmaschinen erhalten. Diese Siederöhren, die in der Nähe des Kessels angebracht werden, können gewöhnlich nur eine sehr beschränkte Länge haben, da es in der Regel an Platz fehlt.

Hr. Falcot verbesserte diesen Nachtheil, indem er seine Siederöhren übereinander legt, und sie mit einander verbindet. Die heiße Luft strömt längs dieser Siederöhren; sie entledigt sich aller ihrer Wärme, sobald man nur die Länge oder die Anzahl der Röhren vermehrt. Wendet man mehre Sätze von Siederöhren an, so entweicht die warme Luft unten von demselben und strömt oben in einen neuen Satz ein.

Ein und derselbe Satz von Siederöhren könnte zur Speisung mehrer Kessel benutzt werden, wenn man Register anbrächte, welche die Circulation der heißen Luft gänzlich oder theilweise absperrten. Dadurch wäre eine Reinigung oder Reparatur, ohne Unterbrechung des Betriebes der Kessel möglich.

Auf Tafel XLI sind der Ofen, der Kessel und die Siederöhren von verschiedenen Seiten dargestellt.

Fig. 3, senkrechter Durchschnitt nach der Achse des Kessels.

Fig. 4, horizontaler Längendurchschnitt des Kessels über den Siederöhren, nach der Linie A B, Fig. 3.

Fig. 5, senkrechter Durchschnitt durch die Feuercanäle mit zwei übereinander liegenden Siederöhren, der zweiten obern und der ersten untern.

Fig. 6, senkrechter Durchschnitt durch die erste obere und die zweite untere Siederöhre.

Fig. 7, horizontaler Durchschnitt durch den Aschenfall und den untern Raum für die Speiseröhren, nach der Linie C D, Fig. 5.

Fig. 8, Querdurchschnitt des Ofens, des Kessels und der Siederöhren, nach der Linie E F, Fig. 4.

Fig. 9, vorderer Aufriß des Kesselofens.

Gleiche Buchstaben bezeichnen in allen Figuren gleiche Gegenstände.

Der Ofen A enthält einen Kessel B und vier Siederöhren, deren erstere auf der linken Seite C C, am hintern Ende des Ofens mit einander in Verbindung stehen und eine schräge Lage, von vorn nach hinten, haben. Die beiden andern Siederöhren, D, D, neigen sich nach vorn zu gegeneinander, d. h., in entgegengesetzter Richtung von den ersten.

E, Rahmen mit Thür, um zu den Zügen und Siederöhren gelangen zu können.

M, F, Register.

G, Röhren zur Verbindung der ersten obern Sieteröhren mit dem Kessel. Fig. 8 erläutert diese Verbindung.

H, Verbindung zwischen der zweiten obern Röhre und der ersten untern Sieteröhre. I, Oeffnung, um in die obere Abtheilung der Feuercanäle mit den Sieteröhren zu gelangen.

L, Fig. 6, Speiseröhre, um das Wasser in die letzte Sieteröhre (D) gelangen zu lassen.

Statt die Sieteröhren so zu vertheilen, wie Figur 8 zeigt, legt sie Hr. Farcot zuweilen alle vier übereinander, um die Breite des Ofens zu vermindern.

Die obige Beschreibung der Farcot'schen Dampfmaschine ist nebst den Abbildungen aus dem August-Hefte, 1849, des Bulletin de la Société d'Encouragement zu Paris entnommen; aber bereits im Januar-Hefte desselben Jahres ist ein Bericht des Hrn. Ingenieur le Chatelier zu Paris an die Gesellschaft über diese Maschine abgedruckt, dem wir, zur Ergänzung des Obigen, noch Folgendes entnehmen:

Die Dimensionen der Maschine sind folgende:

Kolbenhub im kleinen Cylinder . . .	0,750	Meter.
Desgl. im großen Cylinder	1,300	"
Lichte Weite des kleinen Cylinders . .	0,420	"
Desgl. des großen Cylinders	0,600	"
Räumlicher Weg des kleinen Kolbens .	104	Liter.
Desgl. des großen Kolbens	367	"
Fassungsraum der Condensatorcisterne	252	"
Hub der Luft- und Warmwasserpumpe .	0,430	Meter.
Durchmesser ihres Kolbens	0,450	"
Hub der Speisepumpe	0,500	"
Durchmesser ihres Kolbens	0,080	"
Aeußerer Durchmesser des Kessels . . .	1	"

Aeußerer Durchmesser der Siederöhren	0,4 Meter.
Länge des Kessels und der Siederöhren	6. „
Heizfläche derselben	89 □Meter.
Rostfläche derselben	0,84 „
Durchmesser des Schwungrades	6,40 Meter.
Gewicht desselben	5000 Kilogr.

Das Condensationswasser wurde aus einem Canale entnommen, in dessen Niveau der Condensator liegt; die Temperatur betrug 4 Grad. Um die Versuche unter möglichst gleichen Umständen anzustellen, wie die an der rivalisirenden Maschine von le Gavrian und Farinaux, benutzte man als Brennmaterial englische, über Calais bezogene Stückkohle.

Bei den nachstehend angeführten Versuchen mit der Farcot'schen Maschine hat der Dampfcompressionsapparat, welcher gerade nicht in Ordnung war und deßwegen nicht benutzt wurde, keinen Einfluß auf die Resultate ausgeübt.

Le Chatelier beobachtete Folgendes:

Durchschnittliche Pressung im Kessel	4,5 Atmosph.
Temperatur des Condensationswassers	24 Grad.
Umdrehungen der Schwungradwelle pr. Minute	25,71
Nutzeffect der Maschine	80,65 Pferdekr.
pr. Pferdekraft und Stunde consumirte Steinkohle	1,20 Kilogr.
pr. Pferdekraft und Stunde consumirtes Speisewasser	9,803 „
Wasserconsum pr. 1 Kilogramme Steinkohle	7,425 „
Disponible Arbeit an der Schwungradwelle pr. 1 Kilogramme consumirten Wassers	27870 Kilogrammeter.

Die abgenommenen Indicatorcurven zeigen, daß die Steuerung gut regulirt ist, bis auf den Umstand, daß der Dampfeintritt in den großen Cylinder etwas zu spät erfolgt. Die Condensation erfolgt nicht so vollständig, als bei der Maschine zu Lille. Auch hat sich ergeben, daß die Dämpfe viel Wasser mechanisch in die Cylinder mit fortreißen. Die Dampfproduction pr. Kilogramme Kohle ist höher, die Nutzleistung pr. Kilogramme Wasser kleiner, als man erwartete; Farcot hatte, um die Dämpfe vom anhängenden Wasser zu befreien, eine Glocke angebracht, welche jedoch, wie die Experimente darthun, nicht den gewünschten Zweck erreichen ließ.

Uebrigens zeigen die Versuche, daß die Farcot'sche Maschine eben so Ausgezeichnetes leistet, als die le Gavrian'sche Maschine, die ebenfalls anfänglich an großer Nässe der Dämpfe litt.

Als mittlerer nutzbarer Dampfdruck hat sich aus neun Indicatorcurven, welche an beiden Cylindern zu gleicher Zeit entnommen wurden, ergeben:

im kleinen Cylinder 1,387 Kilogr. } pr. Quadratcenti-
im großen Cylinder 0,304 " } meter.

Locomotive nach dem amerikanischen Systeme, erbaut in der Maschinenfabrik von Meyer zu Mühlhausen im Elsaß. *)

Diese Maschinen werden hauptsächlich dadurch charakterisirt, daß die vier Laufräder mit einem kleinen Wagengestelle verbunden sind, welches sich um einen Nagel dreht, so daß solche Locomotiven besse

*) Aus dem Bulletin de la Société d'Encouragement Juni 1849.

auf Bahnen mit Krümmungen von geringem Halbmesser fahren können. Ueberhaupt sind die Vortheile der amerikanischen oder Norris'schen Maschinen auf den deutschen Bahnen sehr wohl erkannt. — Herr Meyer hat manche Verbesserungen an diesen Maschinen angebracht, die größtentheils schon an denen vorhanden sind, die in den Jahren 1844 und 1845 für die österreichische Nordbahn in Mühlhausen, acht an der Zahl, ausgeführt wurden. Herr Meyer stellte seine Locomotiven der Gesellschaft zur Beförderung der National-Industrie zu Paris zur Concurrenz bei einer Preisaufgabe, und Herr le Chatelier wurde von dieser höchst achtbaren und berühmten Gesellschaft, die sich um die Gewerbe Frankreichs so unendliche Verdienste erworben hat, beauftragt, sie zu beschreiben und zu beurtheilen.

Die für die Nordbahn ausgeführten Maschinen sind auf derselben seit 4 Jahren im Betriebe und haben sich besonders durch ihren geringen Brennmaterialverbrauch gegen andere gute Locomotiven, sowie durch mehre sinnreiche Einrichtungen und endlich durch eine vollendete Ausführung aller Theile und des Ganzen ausgezeichnet.

1) Der Kessel. — Der innere Feuerkasten oder Heerd, A. Fig. 1 bis 3, Taf. XLII, hat eine cylindrische Form und nur die hintere oder Röhrenwand ist eine ebene Fläche. Er besteht aus Kupferblech und ist von dem äußern Feuerkasten oder Mantel nur durch wenige Stehbolzen getrennt. Die Röhren a, a bestehen aus 2 Millimeter starkem Messingblech; ihr äußerer Durchmesser beträgt 52 Millimeter, ihre Länge 3,798 Meter und ihre Anzahl 115. Man hat sie sehr absichtlich möglichst von einander entfernt gehalten oder weit auseinander gelegt, um die Circulation des Wassers zu erleichtern und die Ueberhitzung der Theile, welche einer hohen Temperatur aus-

gesetzt worden sind, zu verhindern. Die Röhren sind mit den beiden Röhrenplatten im Feuer- und Rauchkasten nicht durch Ringe verbunden. Das Ende jeder Röhre auf der letztern Seite ist umgeschlagen, ein Dorn hineingetrieben und durch Hämmern verdichtet. Das andere Ende, auf der Seite des Feuerkastens, besteht aus Kupfer, ist 0,10 Meter lang und 4 Millimeter stark, und man hat auch einen Dorn hineingetrieben und es nach außen umgeschlagen. Bei Holzfeuerung ist diese Verbindung sehr zweckmäßig und daher auf mehren Bahnen im Gebrauch, und es ist sehr wahrscheinlich, daß dies auch bei Locomotiven der Fall sein würde, die mit guten Koks gefeuert werden. Es müßten zu dem Ende die Röhren recht lang sein, und die Platte in der Mitte, welche sie trägt, müßte eine solche Einrichtung haben, daß sich die Röhren etwas krümmen könnten, welche Krümmung sich durch die Ausdehnung vermehren würde, ohne einen bedeutenden Zug auf die beiden Röhrenplatten auszuüben.

Der äußere Feuerkasten C und der cylindrische Körper des Kessels B bestehen aus Eisenblech; sie bilden zwei Cylinder von gleichem Durchmesser, die sich durchschneiden. Der senkrechte Cylinder hat eine kugelförmige Haube E, welche als Dampfbehälter dient. Die Form dieser verschiedenen Theile des Kessels macht eine Verankerung desselben mittelst Stangen, Bolzen und sonstigen Armaturen entbehrlich und gestattet, dem Dampfbehälter einen sehr großen Raum zu geben, ohne die Hinterräder zu sehr zu belasten. Alle cylindrischen Theile des Kessels sind mit einem hölzernen Mantel umgeben; der untere Theil des horizontalen Cylinders ist auf ein Drittel seiner Peripherie mit einem Mantel von dünnem Bleche versehen, die Kuppel dagegen mit einem von polirtem Messingbleche. Eins von den

Ventilen Q mit Hebel ist dem Locomotivführer zugänglich, das andere J ist mit einer Feder belastet und in der Nähe der Esse angebracht. Das Manometer R ist mit Kolben und Federn versehen. Außer den gewöhnlichen Hähnen ist der Kessel mit einem Trichter mit Ventil G versehen, durch welchen er gefüllt wird, wenn er wegen Reparatur oder Reinigung entleert worden war.

Der Rauchkasten H besteht aus einem blechernen Cylinder und bildet eine Verlängerung des Kessels; er ist unmittelbar über den Röhren durch den Scheider b, ebenfalls von Blech, verschlossen, wodurch das Luftquantum zwischen Esse und Röhren sehr vortheilhaft vermindert wird. Dieser Scheider, der vermittelst Schraubenbolzen an ein Karnies befestigt worden ist, kann leicht weggenommen werden, wenn man die gabelförmige Röhre zur Vertheilung des Dampfes in die Cylinder untersuchen will. Die Esse beginnt einige Centimeter unter dem Scheider, und ist mit demselben durch einen Kranz verbunden. Diese Einrichtung hat den dreifachen Vortheil, die Länge der Esse zu vermehren, die des Blaserohrs, durch welches der benutzte Dampf entweicht, zu vermindern und besonders da das Luftquantum zu vermindern, welches der Dampfstrom ausdehnen muß, um den Zug durch die Röhren und durch das Brennmaterial hervorzubringen. Auf den österreichischen Staatsbahnen ist diese Einrichtung an allen Maschinen angebracht.

Die Esse ist nach den Grundsätzen des Ingenieur **Klein** eingerichtet. Es hat diese Einrichtung den Zweck, die kleinen Holzkohlen und die Funken zurückzuhalten, die stets durch die Röhren mit fortgerissen werden. Die Esse besteht aus zwei concentrischen Röhren, wie man aus Fig. 2 sehr deutlich sieht. Die in den conischen Oberflächen angebrachten

gekrümmten Scheiber veranlassen eine verzögerte und drehende Bewegung der Funken, sie fallen in den Raume zwischen innerer und äußerer Esse nieder, aus welchem sie von Zeit zu Zeit herausgenommen werden. Dampf und Gase folgen den Krümmungen der hinlänglich weiten Oeffnungen. Der Apparat erfüllt seinen Zweck vollkommen. Unten ist die Esse weiter, um das Einströmen des Dampfes zu erleichtern.

2) Trieb-Organe. — Der Regulator K besteht aus einem gußeisernen Kasten, auf dessen oberm Theile ein ebenfalls gußeiserner Schieber e gleitet; der Kasten ist mit der Röhre c verbunden, mittelst welcher der Dampf aufgefangen wird. Die Einströmungsöffnungen bestehen aus 4 kreisrunden Löchern d, wodurch man in den Stand gesetzt wird, die Admission leichter zu steigern und zu vermindern. Der Schiebersitz besteht aus vier ringförmigen Erhöhungen, die um jede Oeffnung gegossen sind. Die Bewegung wird mittelst der Hebel f und g unter Stangen h und i mitgetheilt.

Die Cylinder M liegen horizontal, und ihre Schieberkasten L liegen darüber in einer ebenfalls horizontalen Richtung.

Die Vertheilung erfolgt mittelst des Systems variabler Expansion, die Hrn. Meyer eigenthümlich, und die seit dem Jahre 1846 angewendet wird. Der Hauptschieber wird mittelst der Stephenson'schen Coulisse, die hier möglichst vereinfacht ist, geführt. Sie dient nur die Gangveränderungen zu bewirken und den Schieber während des Stehens der Maschine auf den todten Punct zu bringen. Der Expansionsschieber wird durch ein drittes Excentricum für jeden Cylinder geführt. Der Apparat zur Veränderung der Expansion besteht nicht aus einer Schraube, wie bei den ersten Maschinen von Meyer, sondern aus

einer Zahnstange in [illegible] mit [illegible] wie derjenige, welcher zur [illegible] des [illegible] dient. Es ist diese Vorrichtung aber so einfach, [illegible] rasch wirksam.

Die Erklärung der [illegible] auf den [illegible] am Ende dieses Aufsatzes weist die [illegible] Theile der Dampfvertheilung nach. Die Cylinder [illegible] die amerikanischen Constructeure [illegible] in einer [illegible] ten Stellung anbrachten, sind von Meyer in [illegible] horizontale Lage zurückgeführt, indem dieser [illegible] Maschinenbauer gefunden hatte, daß bei einer raschen Bewegung der Locomotive geneigte Cylinder ein Schwanken veranlassen, welches er als höchst nachtheilig hinwegzuschaffen gesucht hat. Zu gleicher Zeit hat er die Länge der [illegible] und das Gewicht erhöht, womit die Vorderräder belastet sind. Er schreibt mit Recht der Gesammtheit dieser [illegible] richtungen einen wesentlichen Einfluß auf die Stabilität der Maschine zu, welches die Erfahrung [illegible] vollkommen bewirken hat. Das sogenannte Blaserohr N, durch welches der benutzte Dampf entweicht, ist mit Ventilen versehen, welche die obere Öffnung verändern können. Meyer hat die Vorrichtung [illegible] gebracht, die zuerst auf der Elsaßer Eisenbahnen [illegible] nutzt wurde, indem man sich bemühte, die [illegible] möglichst zu verlängern, um die Dampfströme [illegible] in die Richtung der Essenachse zu bringen. [illegible] Blaserohr enthält noch eine Vorrichtung, die [illegible] seit 1843 benutzt; es ist durch einen Scheider [illegible] cher der ganzen Länge nach bis zu der [illegible] herrscht, in zwei Theile getheilt. [illegible] Dampf aus einem Cylinder [illegible] auf den Kolben des andern [illegible] Röhrenhälfte ist [illegible] Es wäre zu wünschen, [illegible]

Einfluß dieser Vorrichtung genau nachweisen können, indem der daraus hervorgehende Nutzen nicht gering zu sein scheint.

Die Kolben, sowohl die Platten, als auch die Segmente, bestehen aus Bronce; die Kolbenstangen U bestehen aus Gußstahl; der Kopf oder die sogenannte Muschel V besteht aus Gußeisen.

Die Coulissen, in denen sich die Muschel oder der Leitblock bewegt, bestehen aus Schmiedeeisen und sind verstählt, da wo der Leitblock darauf einwirkt. Einerseits sind sie an dem Cylinderdeckel Y und andererseits an ein besonderes Support Z befestigt, der mit dem Rahmen und mit dem Kessel verbunden ist.

Die Triebkurbelstangen Q sind einfach und mittelst eines Bolzens mit dem Kopfe der Triebkolbenstange verbunden. Meyer hat diese Form der einer gegabelten Kurbelstange vorgezogen, die sich nur schwierig adjustiren läßt, und die durch Abnutzung in den verschiedenen Lagen der verschiedenen Maschinentheile, die auf ihr Spiel einwirken, leicht leiten können. Unser Maschinenbauer hat die besondere Einrichtung seiner Maschine dazu benutzt, um sowohl die Kurbelstangen, als auch die Excentrikstangen, recht lang zu machen.

Die Speisepumpen G' haben dieselbe Einrichtung wie bei Stephenson; sie sind an den Schutzblättern befestigt. Das von dem Tender durch die Röhre u' herbeigeführte Wasser wird mittelst der Röhre v' in den Kessel gedrückt, indem es durch die Ventilbüchsen g' geht. Die Bewegung wird von der mittlern Welle o' des Expansionsschiebers, mittelst eines Armes r', der eine Coulisse bildet, entnommen. Die Kurbelstange H' der Druckpumpe ist gabelförmig und ihr Ende mit einer Pfanne F' verbunden, welche in die Coulissen eingelassen ist. Mit-

telst einer Suspensions-Kurbelstange t', eines Schiebers y', welcher durch ein Support a'', welches an dem Langbaume befestigt worden ist, getragen wird; ferner mittelst eines Hebels z', den der Locomotivführer zur Hand hat, kann derselbe den Lauf der Pumpen verändern, indem er den Hebel auf einen getheilten Sector p einklinkt.

Das Ganze dieser Einrichtung hat den Zweck, die Länge der Kurbelstangen zu erhöhen, und eine regelmäßige und ununterbrochene Speisung bei geringstem Kraftverbrauche zu bewirken.

Die Kugelgelenke l' unterscheiden sich von denen, die man jetzt ganz allgemein anwendet, durchaus nicht.

Eine Handpumpe K' dient dazu, die Maschine auf den Stationen zu speisen, ohne daß man nöthig hätte, sie auf einer der Zweigbahnen hin- und hergehen zu lassen, welches immer Nachtheile hat.

3) Rahmen und Supports der Maschine. — Die Langbäume T sind zu beiden Seiten der Maschine einfach; sie bestehen aus einem gewalzten Eisenstabe von 0,15 Meter Höhe und 0,05 Meter Stärke. Sie sind vorn durch einen gußeisernen Querbalken T' verbunden, der mit dem Bufferbüchsen Q' aus einem Stück gegossen worden ist. An der hintern Seite sind die Langbäume ebenfalls durch einen gußeisernen Querbalken R' verbunden; derselbe ist mit der Büchse S' in Eins gegossen, welche die Spann- oder Verbindungsstange und die Verbindungsbolzen aufnimmt, um [illegible] der Boden angebracht ist, auf dem der Locomotivführer steht. Die Langbäume tragen den [illegible] mittelst der gußeisernen Stühle V', zwischen [illegible] so eingelassen ist, daß sich der [illegible] nen kann. Dagegen sind die Langbäume auf [illegible] unveränderliche Weise mit den [illegible]

den verschiedenen Theilen des Rauchkastens verbunden. Diese Einrichtung, die Herr Meyer schon früher bei andern Maschinen angewandt hatte, ist sehr nützlich, da es den durchaus nothwendigen Spielraum gestattet, den die sehr merkliche Ausdehnung zwischen dem Körper des Kessels und den äußern Theilen veranlaßt.

Die Supports des Kessels bestehen aus Blechtafeln Z' und V', welche den cylindrischen Körper auf einen großen Theil seiner Peripherie umfassen, so daß sie ihn unterstützen und seine Form erhalten. Zwei andere Blechtafeln X' und Y' halten die Langbäume und die Cylinder von einander entfernt. Der Vorderwagen, welcher dieser Locomotive den eigenthümlichen Charakter gewährt, ist in Fig. 5 speciell dargestellt; er besteht aus einem besondern Rahmen, der sich um einen Nagel N bewegt, welcher Nagel auf den Langbäumen T, unter dem Kessel und dem Rauchkasten durch zwei Bügel O' befestigt ist. Der Vorderwagen trägt das Gewicht von dem vordern Theile der Maschine auf der Mitte der Rahmenstücke Z', mittelst eines gehärteten, abgeschlichteten und polirten Klotzes von Stahl f''. Aufhalter beschränken die Abweichungen des Vorderwagens nach der correspondirenden Größe des geringsten Halbmessers der Curven, welche die Maschine durchlaufen soll. Die Rahmenstücke Z' bestehen jedes aus zwei Tafeln Blech, welche so ausgeschnitten sind, daß sie die Schutzbleche von zwei Paar Rädern bilden; sie ruhen zu beiden Seiten mittelst eines Zapfens h'' auf der einzigen Feder q'', deren Enden auf der Schmierbüchse ruhen.

Die Federn des Vorderwagens sind gerade; die p'' der Triebräder kreisbogenförmig gekrümmt; sie sind unter der Schmierbüchse F' mittelst eines Zapfens n' aufgehängt und tragen die Belastung ihrer Enden

mittelst Bügel, deren Stangen mit Schraubengewinden o'' versehen sind.

Die Schutzplatten E' der Triebräder bestehen aus Gußeisen, wie dies bei den Maschinen von Norris der Fall ist, sowie auch die Coulissen der Schmierbüchsen aus Gußeisen bestehen. Sie dienen als Stützpuncte für die Federn und für die Pumpen und sind an die Langbäume T angeschraubt.

Die Coulissen der Schmierbüchsen an dem Vorderwagen bestehen ebenfalls aus Gußeisen und sind zwischen den Blechplatten Z' festgeschraubt.

Die Triebräder und die Vorderräder unterscheiden sich gar nicht von den gewöhnlichen, die Stephenson bei seinen Maschinen benutzte.

Im Winter werden diese Maschinen mit einer Bürste L' zum Reinigen der Schienen versehen, die unmittelbar vor den Triebrädern angebracht ist. Der Apparat besteht aus einer Welle M', die in den Supports o' ruht, welche letztere auch für eine andere Welle dienen. Diese Welle ist an jedem Ende mit einer biegsamen Stahlplatte b'' versehen, an deren Enden die Bürsten c'' angebracht sind. Der Locomotivführer vermehrt oder vermindert die Wirkung dieses Apparats ganz nach Belieben, mittelst eines Systems von Hebeln, die aus den Stücken t'' und z'' bestehen. Das durch die Vorderräder zertrümmerte Glatteis wird nun durch diesen Apparat entfernt.

Bei den amerikanischen Maschinen sind im Allgemeinen die Vorderräder nicht sehr belastet; Herr Meyer hat aber diesen Nachtheil dadurch zu verbessern gesucht, daß er das Gewicht und die Vertheilung der Stücke so combinirt, daß der Schwerpunct in gleichen Abständen zwischen die Triebräder und den Mittelpunct des Vorderwagens fällt.

4) Haupt-Dimensionen.

Kessel. Länge	4,270	Meter.
Innerer Durchmesser	1,150	"
Anzahl der Röhren	115	
Äußerer Durchmesser derselben	0,052	"
Länge derselben	3,792	"
Ofen. Durchmesser des innern Feuerkastens	1,150	"
Höhe desselben	1,175	"
Durchmesser des äußern Feuerkastens	1,170	"
Ganze Höhe	2,820	"
Entfernung des Rostes von den untern Röhren	0,650	"
Heizoberfläche des Ofens	5,518	□Met.
Heizoberfläche der Röhren	71,701	"
Kolbenlauf	0,632	Meter.
Kolbendurchmesser	0,450	"
Länge der Admissionsöffnungen	0,252	"
Breite derselben	0,064	"
Lauf des Vertheilungsschiebers	0,105	"
Länge der Triebkurbelstange	2,800	"
Größter Lauf der Druckpumpen	0,300	"
Durchmesser	0,200	"
Höhe der Esse	0,200	"
Durchmesser derselben	0,400	"
Durchmesser der Triebräder	1,264	"
Durchmesser der Vorderräder	0,760	"
Entfernung derselben von einander	0,850	"
Gewicht der Maschine	20,568	Kilogr.

Es haben diese Maschinen während ihrer drei- [illegible]jährigen Anwendung, wie aus dem Betriebsregister [illegible] österreichischen Nordbahn hervorgeht, sehr gute [illegible] gegeben. Besonders hervorgehoben muß [illegible] daß alle Theile, ohne die geringste Repara- [illegible] Dauer hatten, und daß der Brenn-

material=Verbrauch, gegen den anderer Maschinen von sehr guten Constructeuren, die auf derselben Bahn im Betriebe waren, eine sehr bedeutende war.

Fig. 1, Aufriß und äußere Ansicht der Locomotive.

Fig. 2, senkrechter Längendurchschnitt derselben.

Fig. 3, Grundriß und horizontaler Durchschnitt derselben.

Fig. 4, System der veränderlichen Expansion.

Fig. 5, Seitenaufriß und Durchschnitt des beweglichen Vorderwagens.

Die Buchstaben bezeichnen auf allen Figuren gleiche Gegenstände.

A, innerer Feuerkasten.

B, Kessel.

C, äußerer Feuerkasten.

E, Kuppel, welche den Feuerkasten bedeckt.

F, Sicherheitsventil am vordern Theile des Kessels.

G, Trichter mit Ventil zum Füllen des Kessels.

H, Rauchkasten.

I, Esse.

K, Regulator.

L, L, Dampfbüchsen.

M, M, horizontale Cylinder.

N, Blaserohr.

O, Triebkurbelstange.

P, Aschenkasten, der vorn mit einer Klappe verschlossen ist.

Q, Sicherheitsventil auf der Kuppel E.

R, Manometer.

S, Support für die mittlere Welle.

T, T, Langbäume.

U, Kolbenstange.

V, Köpfe derselben.

X, X, Leitblöcke derselben.

Y, Cylinderdeckel.
Z, Supports für den Kessel.
A', Triebräder.
B, B', vier kleine Laufräder.
C', Triebradachse.
D, D', Laufradachsen.
E', Schutzplatten für die Triebräder.
F', Schmierbüchse.
G', Speisepumpe.
H', Kurbelstange derselben.
I'', Kugelgelenke.
I', Steinschaufel.
K', Handspeisepumpe.
L', Schienenbürste.
M', Achse, um welche sich diese Bürste bewegt.
N', Wendenagel des Vorderwagens.
O', Bügel des Vorderwagens.
P', vorderer Querbalken.
Q', Bufferbüchse.
R', hinterer Querbalken.
S', Büchse für den Spannnagel.
T', gußeiserne, mit Rädern versehene Stücke, welche die Langbäume T' mit dem Feuerkasten verbinden.
U', platte, gußeiserne Stücke.
V', Blech, welches den Kessel umfaßt.
X' und Y, Stehbolzen, welche die Langbäume mit den Cylindern verbinden.
Z' Langbäume des Vorderwagens.
a, a, a, messingene Rauchröhren.
b, blecherner Scheider für die Rauchkasten.
c, Röhre zum Auffangen des Dampfes.
d, runde Löcher des Regulators.
e, gußeiserner Schieber auf den vorhergehenden Löchern.
f, f, Hebel zur Bewegung des Regulators.

g, Griff an den Stangen h, i.

k, Excentricum, welches die Bewegung der Expansionsschieber regulirt.

l m, Excentricum des großen Schiebers.

n, Hebel, welcher auf die Stange q wirkt.

o, Hebel, zur Veränderung des Ganges.

p, getheilter Kreis, um den Grad der Expansion anzugeben.

q, Stange.

r, Zahnrad auf der Achse s, welche durch die Rauchbüchse geht, um die Bewegung den beiden mit Schraubengewinden versehenen Stangen des Expansionsschiebers mitzutheilen. Es geschieht dies mittelst eines Rades t' mit schiefen Zähnen t', welches in ein anderes Rad x an den Stangen y greift.

z, Zahnstange von gehärtetem Stahl, die das Rad r dreht.

a', Stange der Bewegungsveränderung.

b', Welle der Veränderung.

c', Supports, welche an den Langbäumen T festgesetzt sind.

d', Suspensionskurbelstange.

f', Coulisse.

g', Arm der Veränderungsachse.

h', Excentrikenstange.

i', Hülse, welche durch den obern Theil geht und die Kurbelstange e' aufgehängt hält.

k', kleine, mittlere Welle.

l', Kurbelstange des großen Schiebers.

m', Stange von Stahl.

n', Kurbelstange, um die Bewegung der mittlern Welle o' dem Expansionsschieber mitzutheilen.

p', Kurbelstange der Expansionsschieber.

q', kleine Schmierbüchsen.

r', Arm der Welle b', welcher eine Coulisse bildet.

s', sich drehende Pfanne.
t', Suspensionskurbelstange.
u', Speiseröhre für das ankommende Wasser.
v', Röhre, welche das Wasser zum Kessel führt.
w', Ventilbüchse.
x', graduirter Kreis.
y', Haltpunct der Suspensionskurbelstange.
z', Hebel, um den Lauf der Pumpen zu verändern.
a'', Support für y'.
b'', biegsame Stahlplatte für die Schienenbürste.
c'', Besen zum Reinigen der Schienen.
d'', Hebel, welcher auf die Achse M' wirkt.
e'', Hülfszapfen.
f'', Stücke, welche an den Langwagen befestigt sind.
g'', Führer für die Suspensionskurbelstange.
h'', Zapfen der Schmierbüchse.
i'', mit Schraubengewinden versehene Schieberstangen.
k'', bronzene Schraubenmuttern.
l'', Oeffnung.
m'', Schieber.
o'', Bügel mit Stange, die mit Schraubengewinden versehen ist.
p'', Federn der Triebräder.
q'', Feder der Laufräder.
r'', Kreuz des Vorderwagens.
s'', Griff, durch welchen die Klappe der Dampfröhre N bewegt wird.

Zu den Gesetzen und Verordnungen über die Anlage der Dampfkessel und Dampfmaschinen (Bd. [illegible], S. [illegible]).

D. Sachsen.

Sachsen hat erst neuerlich ein solches Gesetz erlassen, allein es zeichnet sich durch Vollständigkeit und Genauigkeit aus und hat daher einen großen allgemeinen Werth. Wir theilen es daher hier vollständig mit.

§. 1. Zur Aufstellung, Ingangsetzung, Translocation, Umbau oder wesentlicher Veränderung eines Dampfkessels (worunter in dieser Verordnung jede Vorrichtung zur Erzeugung von Wasserdämpfen verstanden ist, deren Spannung die der Atmosphäre übertrifft), derselbe sei für den Betrieb einer Dampfmaschine oder zu andern Zwecken bestimmt (stehend), oder einer Locomotive oder Schiffsdampfmaschine zugehörig), ist die Genehmigung der Ortspolizeibehörde erforderlich.

Bei Locomotiven ist hierzu die Polizeibehörde des Hauptbahnhofs, bei Schiffsdampfmaschinen das Hauptsteueramt Dresden competent.

Auf Dampfkessel, welche im Besitze des Staates sich befinden oder zum Regalbergbaue gehören, leiden die formellen Bestimmungen gegenwärtiger Verordnung keine Anwendung, sondern es ist in dieser Beziehung den Vorschriften der Instruction §. [illegible] nachzugehen. Dagegen sind die materiellen Bestimmungen der §. 3, a) bis m) und §. 4 dieser Verordnung, ingleichen §. 5 bis 16 und §. 16 der Instruction, sammt deren tabellarischen Beilagen sub I bis IV auch bei den oben ausgenommenen Dampf-

kesselanlagen, Locomotiven u. s. w. gleichmässig zu beobachten.

§. 2. Bei allen in Verfolg der Ausführung dieser Verordnung nöthig werdenden technischen Erörterungen und darauf beruhenden Entscheidungen concurriren mit den Polizeibehörden die für die betreffenden Bezirke vom Ministerium des Innern beziehendlich in Gemeinschaft mit dem Finanzministerium zu ernennenden technischen Beamten.

§. 3. Die Ertheilung der nach §. 1 erforderlichen Genehmigung ist von folgenden Bedingungen abhängig:

a) Dampfkessel, in denen die Dampfspannung 2 Atmosphären übersteigt oder deren Rauminhalt mehr als 350 Cubikfuß beträgt, dürfen künftighin nur in solchen Häusern aufgestellt werden, welche nicht übersetzt sind, keine Wohnungen und Werkstätten enthalten und nicht mit Dächern anstoßender Gebäude, wo dergleichen sich befinden, im Zusammenhange stehen.

Diese Häuser sind, wo sie an feuergefährlichen Orten, in unmittelbarer Nähe von Gebäuden oder öffentlichen Straßen stehen, mit massiven Umfassungswänden zu versehen und, wo sie nicht mehr als 50 Ellen von nachbarlichen Wohngebäuden entfernt sind, nur mit leichten Dächern ohne vollständige Balkenlage zu bedecken.

Die an ein anderes Gebäude anstoßende Seite des Kesselhauses, sowie die an der Grenze eines benachbarten Grundstücks stehende, oder nach einem öffentlichen Wege gekehrte Seite desselben, wenn es von ersterm nicht entfernt bleiben kann, muß aus einer Mauer bestehen, welche um die Hälfte stärker, als die freistehenden Umfassungswände und mindestens 18 Zoll dick ist, es sei denn, daß die anstoßende Mauer eines demselben Besitzer gehörigen Gebäudes,

soweit sie den Kesselraum begrenzt, von allen, nicht für die Verbindung des Kessels mit der Dampfmaschine, oder für Fortleitung der Bewegung unerläßlichen Oeffnungen frei und selbst hinreichend stark ist. In den schwachen Umfassungswänden, welche nicht Grenzwände sind, können Fenster und Thüren angebracht werden.

Auf Dampfschiffen muß der Maschinenraum geräumig genug sein, daß man zu den Kesseln gelangen und sie gehörig bedienen kann. Von den Passagierräumen ist er durch gehörig feste und nach Befinden mit Blech bekleidete Scheidewände zu trennen.

b) Bei Anlage stehender Dampfkessel in der Nähe öffentlicher Straßen (worunter bloße Feldwege nicht begriffen sind) muß durch angemessene Entfernung von der Straße und Bestimmung der Wandstärken des Kesselraumes möglichst verhindert werden, daß in Explosionsfällen Fragmente auf die Straße geworfen werden; auch ist dafür zu sorgen, daß das Geräusch des ausströmenden Dampfes von der Straße aus nicht in störender Weise wahrgenommen werden kann.

Transportable Dampfmaschinen dürfen ohne specielle Genehmigung der Polizeibehörde nicht in geringerer Entfernung als 100 Ellen vom nächsten bewohnten Gebäude und dem nächsten öffentlichen Wege in Betrieb gesetzt werden. Für den Dienst der Locomotiven auf Eisenbahnen und Dampfschiffen leidet dies keine Anwendung.

c) Die Entfernung der Kesselmauer von den Umfassungswänden des Kesselhauses muß,

a, wenn letztere von der Haussohle an aus Bundwerk bestehen, mindestens 1½ Ellen;

b, wenn solche wenigstens bis zur Höhe der Kesselmauerung massiv sind, mindestens 1 Elle;

wenn sie völlig massiv sind und zugleich einen anstoßenden Raum einschließen, mindestens 6 Zoll betragen.

Auch muß das nächste Holzwerk über dem Kessel mindestens 8 Ellen von der obern Kesselmauer entfernt bleiben.

d) Die Züge des Kesselofens sollen mit ihrer obern Begrenzung nach mindestens 4 Zoll unter dem Niveau des niedrigsten Wasserstandes liegen und die Wasserstandslinie ist außerhalb an der Vorderseite des Kesselofens oder Kessels deutlich anzugeben.

e) Die Esse soll in der Regel gemauert, mit eigener massiver Gründung versehen, durchgehends in einer der Weite und Höhe (mit Rücksicht auf eine vielleicht nöthig werdende Erhöhung) entsprechenden Stärke, ohne alle Berührung mit Holzwerk oder andern brennbaren Gegenständen, ausgeführt werden. Mit Ausnahme isolirt liegender Anlagen soll jede Esse den Firsten des höchsten innerhalb 50 Ellen Entfernung liegenden (dem Etablissement, welchem der Kessel angehört, fremden) Gebäudes um 10 Ellen übersteigen, mindestens aber 25 Ellen hoch sein. — Metallessen sind für stehende Dampfkessel nur dann zulässig, wenn das nächste Gebäude der benachbarten Grundstücke mit harter Dachung 50 Ellen, mit Schindel-, Lehmschindel- oder Strohdachung mindestens 100 Ellen entfernt ist.

f) Messing und Gußeisen als Material für Dampfkessel sind verboten und nur für solche Aufsätze, Deckel ꝛc. gestattet, welche keinen integrirenden Theil der eigentlichen Kesselwandung bilden. Für Flammenröhren der Röhrenkessel bis zu 5 Zoll lichtem Weite ist Messingblech zulässig. Die Wandstärke jedes Dampfkessels an allen Theilen muß mindestens die der Dampfspannung und dem Durchmesser des betreffenden Kesseltheils entsprechende und, was die

Cylinderwandstärke betrifft, die aus den beigegebenen Tabellen I. A und B ersichtliche sein; in keinem Falle aber darf letztere 15 Millimeter oder 7½ Linie sächsisch übersteigen, wodurch sich zugleich der für höhere Dampfspannungen zulässige größte Durchmesser der Kessel bestimmt.

Nicht cylindrische Kesselwände sind angemessen stärker zu machen und durch die geeigneten Hülfsmittel in gehörig feste Verbindung mit den übrigen Theilen des Kessels zu bringen.

Die Blechplatten der Kessel müssen frei von Rissen und andern eine schlechte Qualität des Bleches anzeigenden Unvollkommenheiten, durch sorgfältige Nietung verbunden und auf den Wechseln sowohl innen als außen tüchtig verstemmt sein.

g) Jeder Dampfkessel muß das Zeichen der nach Anleitung von §. 4 angestellten Kesselprobe tragen.

h) Jeder Dampfkessel ist mit zwei Sicherheitsventilen zu versehen, deren jedes einen solchen aus Tabelle II. A und B ersichtlichen Querschnitt der Ausströmungsöffnung hat, daß der bei gegebener Spannung und Heizfläche durch das lebhafteste Feuer entwickelte Dampf vollständig entweichen kann und deren ringförmige Verschlußfläche eine Breite von $\frac{1}{30}$ des Durchmessers der Druckfläche, höchstens aber von 2 Millim. oder 1 sächsischen Linie hat. Diese Ventile sind direct oder durch Vermittelung eines Hebels, aber stets nur mit einem aus einem Stücke bestehenden Gewichte, dessen Schwere der höchsten zulässigen Spannung und der Größe der Dampfdruckfläche des Ventils entspricht, zu belasten. Bei Hebelbelastung ist die Hebellänge und das Gewicht so zu berechnen, daß das Gewicht für das Maximum der zulässigen Dampfspannung am äußersten Ende des Hebels hängt; Gewicht und Hebel sind von dem technischen Beamten mit einem Stempel zu bezeich-

un. Jede Vermehrung des Gewichts oder Erschwerung des Spiels der Sicherheitsventile während des Betriebes ist streng untersagt. Für Sicherheitsventile der Locomotiven und für Hochdruck-Schiffskessel ist eine Feder als Gegendruck zulässig.

i) Jeder Dampfkessel ist, außer drei Probirhähnen, mit einem gut construirten, selbstthätigen Wasserstandszeiger, Schwimmer oder Glasrohr (für Locomotiven jedenfalls Glasrohr) zu versehen. In der Höhe der tiefsten zulässigen Wasserstandslinie ist bei Locomotivkesseln ein Bleiniet von mindestens $\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser anzubringen.

k) Mit jedem Dampfkessel ist direct durch ein mindestens $\frac{1}{2}$ Zoll im Lichten weites Rohr ein Manometer zu verbinden, dessen die Spannung in Atmosphären angebende und die höchste zulässige Spannung ganz besonders markirende Scala vom Platze des Heizers aus sichtbar sein muß. Das Manometer muß ein offenes sein und sein Steigrohr darf die höchste zulässige Spannung um höchstens $\frac{1}{2}$ Atmosphäre übersteigen. Für Locomotiv- und Hochdruck-Schiffsdampfkessel ist ein Manometer nicht erforderlich.

l) Jeder Dampfkessel ist mit einer construirten und sicher wirkenden Speisevorrichtung von solcher Lieferungsfähigkeit zu versehen, daß das bei dem lebhaftesten Feuer verdampfte Wasser vollständig ersetzt werden kann.

Dampfschiffe müssen außer der Speisepumpe noch eine andere, von Hand oder durch eine besondere kleine Maschine zu bewegende Pumpe haben, welche zur Speisung des Kessels dient, während die Dampfmaschine still steht. — Für möglichste Reinheit des Speisewassers ist Sorge zu tragen.

m) Sind mehre Kessel verbunden, so muß jeder für sich die sub h, i und k erwähnten Apparate

besitzen, besonders gespeis't und nach Bedürfniß von den andern unabhängig gemacht werden können. Die Verbindung der Kessel unter einander darf nur in den stets mit Dampf gefüllten Theilen Statt finden.

n) Ausnahmen von allen den vorstehenden sub a bis m verzeichneten Bedingungen können nur vom Ministerium des Innern gegen Uebernahme der Verpflichtung zur Beobachtung der sodann etwa erforderlichen besondern Sicherungsmaßregeln gestattet werden.

Sollten sich in einzelnen Fällen mit Rücksicht auf die Localität und die Interessen der Besitzer und Bewohner der benachbarten Grundstücke außer den erwähnten noch besondere Vorrichtungen nothwendig machen, so ist die Polizeibehörde im Einverständniß mit dem technischen Beamten befugt, auch solche bei der zu ertheilenden Concession zur Bedingung zu machen, resp. deren spätere Anbringung zu verlangen.

§. 4. Vor der Einmauerung (bei Locomotiv- und Schiffkesseln vor Ingangsetzung) ist jeder Dampfkessel durch den technischen Beamten einer Festigkeitsprobe zu unterwerfen, und dabei auf einen Druck zu prüfen, welcher die beabsichtigte höchste Spannung unter und bis mit 2 Atmosphären um 2, bei mehr als 2 bis mit 4 Atmosphären um 3, bei mehr als 4 Atmosphären um 4 Atmosphären übersteigt. Dabei sind nur Abstufungen von mindestens halben Atmosphären zulässig. Kessel mit ebenen Wänden, in denen die Dampfspannung 1½ Atmosphären nie übersteigen soll, können ausnahmsweise nur auf 2½ Atmosphären Spannung geprüft werden. Bei Röhrenkesseln, also namentlich Locomotivkesseln, genügt in jedem Falle die Probe auf einen Druck, welcher die beabsichtigte höchste Spannung um 3 Atmosphären übersteigt. Bei Kesseln aus inländi-

oder in Gemäßheit bestehender Verträge im Auslande legal probirt sind, erfolgt nun sofort nach dem Eintreffen des Kessels am Prüfungsorte die Aufforderung an den technischen Beamten zur Kesselprobe und die Ausführung der letztern nach §. 4.

§. 7. Wenn die Anlage zur Ingangsetzung fertig (und hiervon bei stehenden Kesseln der Behörde eine zweite Anzeige gemacht) ist, hat die Behörde den technischen Beamten zu einer Localrevision aufzufordern, welche er mit thunlichster Beschleunigung ausführen wird. Derselbe hat bei dieser ersten, unter Leitung der Polizeibehörde vorzunehmenden Revision zuvörderst, soweit dies nicht schon früher (vergl. §. 4) geschehen, die Stempelung der Gewichte und Hebel der Sicherheitsventile vorzunehmen, sonst aber durch genaue Vergleichung und Nachmessung sich davon zu überzeugen, ob die Ausführung mit den approbirten Plänen vollständig übereinstimme. Finden sich an einem schon früher approbirten Kessel bei dieser Revision später entstandene Beschädigungen, so ist die Kesselprobe sofort bei der Revision zu wiederholen und die Weite der Sicherheitsventile und deren Belastung von Neuem zu bestimmen.

Ueber die Ergebnisse der Revision ist durch die Polizeibehörde ein von dem technischen Beamten, dem Besitzer der Anlage und beziehendlich dem Maschinisten mit zu unterzeichnendes Protocoll in duplo aufzunehmen, in welchem zugleich bei etwa zu machenden Ausstellungen die vorzunehmenden Abänderungen aufgenommen werden müssen.

§. 8. Ergiebt sich bei dieser Revision kein Anstand und ist sonst kein Bedenken vorhanden, so ist dem Besitzer des Dampfkessels ein von der Behörde und dem technischen Beamten zu unterzeichnendes Certificat über die ertheilte Erlaubniß zur Ingangsetzung auszustellen, welches außer der allgemeinen

Beschreibung des Kessels, die höchste zulässige Dampfspannung, die Dimensionen der Ventile und die höchste zulässige Belastung derselben deutlich enthalten muß und im Kesselraume aufzuhängen ist. Haben sich bei der Revision Abweichungen ergeben, so ist dem Besitzer deren Correction aufzugeben und die Ertheilung des Certificats bis zu deren Erfolge aufzuschieben. Der technische Beamte hat sich zum Protocolle darüber zu erklären, ob die vorgefundenen Mängel von solcher Bedeutung sind, daß zur Constatirung der geschehenen Abhülfe eine technische Nachrevision erforderlich sei.

§. 9. Um sich in steter Ueberzeugung von Befolgung der Vorschriften dieser Verordnung zu erhalten, haben die technischen Beamten alle in Betrieb befindlichen Dampfkessel ihres Bezirks jährlich einmal zu revidiren und sich bei diesen Revisionen, die auch ohne Assistenz der Polizeibehörde geschehen können, von der fortdauernden Tauglichkeit aller in gegenwärtiger Verordnung als wesentlich bezeichneten Theile der Anlage, von der Statt gefundenen Abnutzung, sowie auch möglichst davon zu überzeugen, ob während des Betriebs eine geflissentliche Außergangsetzung oder Erschwerung des Spiels der Sicherheitsapparate u. s. w. Statt gefunden habe. Bei Röhrenkesseln, namentlich also Locomotivkesseln, ist mit dieser Revision mindestens alle zwei Jahre eine Wiederholung der Kesselprobe zu verbinden; bei andern Kesseln ist dies nur im Falle einer eingetretenen Reparatur oder wenn Grund zu der Annahme wesentlich verminderter Festigkeit vorliegt, erforderlich. In jedem Falle ist aber der technische Bezirksbeamte, sobald er Gründe zur Annahme solcher Veränderungen hat, die sich nur in kaltem Zustande des Kessels constatiren lassen, berechtigt, vom Besitzer die Kaltlegung des Kessels zu verlangen. Ueber die Ergebnisse jeder Re-

visionen hat der technische Beamte ein vom Besitzer und beziehentlich Maschinisten mit zu unterzeichnendes Protocoll in der §. 7 vorgeschriebenen Weise in duplo aufzunehmen und das eine Exemplar an die Ortspolizeibehörde abzugeben, welcher dann die Aufsicht über Abstellung der gerügten Mängel obliegt.

Sollten sich erst während des Betriebs einer Anlage erhebliche Belästigungen der Umgebung oder sonstige Uebelstände ergeben, so hat bei diesen Nachrevisionen der technische Beamte auf Veranlassung der Polizeibehörde sein Augenmerk auch darauf zu richten, ob diesen Uebelständen durch eine ohne verhältnißmäßige Störungen und Kosten auszuführende Abänderung der Anlage begegnet werden kann, und dies im Protocoll zu bemerken.

Nachrevisionen treten unter den in §. 8 bestimmten Bedingungen ein.

§. 10. Die §. 9 vorgeschriebenen Revisionen haben sich auch auf die bereits vor Erlaß gegenwärtiger Verordnung gemachten Dampfkessel zu erstrecken, und sind alle diese ältern Anlagen, sofern dies noch nicht der Fall sein sollte, in möglichst kurzer Frist und längstens innerhalb eines Jahres nach Erlaß dieser Verordnung den §. 8 sub h bis m angeführten Bedingungen gemäß einzurichten.

Das Maximum der zulässigen Belastung der Durchmesser der Druckflächen und die Weite der Ausströmungscanäle der Ventile für solche ältere Kessel ist nach dem Ergebnisse der ersten Revision (wo möglich nach Kaltlegung des Kessels und Vornahme einer Kesselprobe) vom technischen Beamten zu bestimmen und, sobald diese Einrichtungen in vorgeschriebener Weise erfolgt sind, das §. 8 vorgeschriebene Certificat auszustellen. Was dagegen die Bestimmungen §. 3 a bis g anlangt, so hat man sich bei ältern Anlagen, selbst bei eintretenden Umbauten

und Reparaturen, auf Beseitigung der dringendsten Uebelstände zu beschränken.

§. 11. Den bei den Revisionen gerügten Mängeln hat jeder Besitzer eines Dampfkessels innerhalb der bei der Revision zu bestimmenden Zeit, bei Vermeidung der in §. 13 angedrohten Strafen, abzuhelfen. Bei gefahrdrohenden Uebelständen ist die sofortige Außergangsetzung des Apparats von der Behörde zu verfügen und die Wiederingangsetzung erst nach gründlicher, in solchen Fällen durch technische Nachrevisionen zu constatirender Beseitigung der Uebelstände zu gestatten. Während dieser Zeit ist dem Besitzer das ausgestellte Certificat abzunehmen und erst mit der Erlaubniß zur Ingangsetzung und zwar, da nöthig, mit den durch die Reparatur oder Erneuerung erforderlich gewordenen Abänderungen wieder einzuhändigen.

§. 12. Die Kosten der ersten Begutachtung, Kesselprobe und Revision sind bei neuen Anlagen von dem Besitzer zu übertragen, mit Ausnahme der Reisespesen des technischen Beamten, welche der Staat übernimmt. Die Kosten der regelmäßigen, jährlichen Revisionen trägt, so weit sie durch die Betheiligung der Bezirkstechniker veranlaßt sind, der Staat; wogegen diejenigen Kosten, welche durch Nachlässigkeit, an denen der Besitzer einer Anlage [illegible] Schuld trägt, veranlaßt werden, von dem Schuldigen, incl. Reisekosten, zu zahlen sind.

§. 13. Wer einen Dampfkessel [illegible], umbaut, translocirt, wesentlich verändert [illegible] Gang setzt, ohne die erforderliche Anzeige [illegible] und die Ertheilung des Certificats abgewartet [illegible], verfällt, abgesehen davon, daß der Kessel [illegible] folgter Erfüllung der Bedingungen [illegible] Betrieb setzen ist, in eine Strafe von

„Ein Hundert [illegible]

Wer den bei den Revisionen gemachten Ausstellungen nicht innerhalb der bestimmten Zeit vollständig abhilft, verfällt in eine, in Wiederholungsfällen zu steigernde und nach der Größe der, aus der Unterlassung erwachsenden Gefahr zu bestimmenden Strafe von

Fünf bis Ein Hundert Thalern

oder nach Befinden verhältnißmäßige Gefängnißstrafe.

Bei fernerer Renitenz ist zu gänzlicher Untersagung des Betriebs zu schreiten. Absichtliche Störungen im Gange und der vorgeschriebenen Anordnung der Sicherheitsapparate und sonstige vorsetzliche Umgehungen der Bestimmungen gegenwärtiger Verordnung sind, so weit nicht die Bestimmungen des Criminalgesetzbuchs Anwendung leiden, nach dem Grade der Verschuldung und verursachten Gefahr mit

Fünf bis Einhundert Thalern

oder entsprechendem Gefängnisse zu bestrafen.

§. 14. Wenn ein Dampfkessel explodirt, so ist behufs der erforderlichen technischen Erörterung ohne Zeitverlust eine Revision durch den technischen Beamten zu veranlassen. Zu diesem Behufe ist bei stehenden Kesseln so viel als thunlich alles in dem Zustande zu lassen, in dem es sich unmittelbar nach der Explosion befand. Bei Locomotiven ist wenigstens Sorge zu tragen, daß die einzelnen Theile des explodirten Kessels unverändert bleiben. Unnöthige Veränderung dieses Zustandes zieht eine Strafe von

Fünfundzwanzig Thalern

nach sich.

§. 15. Die technischen Beamten verfahren nach der sub △ beiliegenden Instruction. Außerdem sind für Heizer und Maschinisten kurze Anweisungen sub ○ a und b beigegeben, von denen bei jeder Dampfkesselanlage ein Exemplar vorhanden, womöglich im Kesselraume aufgehängt sein muß und deren

Inhalt der Beurtheilung vorkommender Vernachlässigungen als Anhalt dienen wird. Die Stelle dieser Anweisungen können für Locomotiven und Dampfschiffe auch die von den betreffenden Eisenbahn- oder Dampfschifffahrts-Directorien abgefaßten Instructionen vertreten, sofern dieselben dem Ministerium des Innern zur Genehmigung vorgelegt worden sind.

Die Bestimmungen gegenwärtiger Verordnung und der dazu gehörigen Instruction sub △ treten vom 1. Januar 1850 an in Kraft und haben Alle, die es angeht, sich danach zu achten.

Dresden, d. 13. Sept. 1849.

Das Ministerium des Innern und der Finanzen.

Wer den bei den Revisionen gemachten Ausstellungen nicht innerhalb der bestimmten Zeit vollständig abhilft, verfällt in eine, in Wiederholungsfällen zu steigernde und nach der Größe der aus der Unterlassung erwachsenden Gefahr zu bestimmende Strafe von

Fünf bis Ein Hundert Thalern

oder nach Befinden verhältnißmäßige Gefängnißstrafe.

Bei fernerer Renitenz ist zu gänzlicher Untersagung des Betriebs zu schreiten. Absichtliche Störungen im Gange und der vorgeschriebenen Anordnung der Sicherheitsapparate und sonstige vorsetzliche Umgehungen der Bestimmungen gegenwärtiger Verordnung sind, so weit nicht die Bestimmungen des Criminalgesetzbuchs Anwendung leiden, nach dem Grade der Verschuldung und verursachten Gefahr mit

Fünf bis Einhundert Thalern

oder entsprechendem Gefängnisse zu bestrafen.

§. 14. Wenn ein Dampfkessel explodirt, so ist behufs der erforderlichen technischen Erörterung ohne Zeitverlust eine Revision durch den technischen Beamten zu veranlassen. Zu diesem Behufe ist bei stehenden Kesseln so viel als thunlich alles in dem Zustande zu lassen, in dem es sich unmittelbar nach der Explosion befand. Bei Locomotiven ist wenigstens Sorge zu tragen, daß die einzelnen Theile des explodirten Kessels unverändert bleiben. Unnöthige Veränderung dieses Zustandes zieht eine Strafe von

Fünfundzwanzig Thalern

nach sich.

§. 15. Die technischen Beamten verfahren nach der sub △ beiliegenden Instruction. Außerdem sind für Heizer und Maschinisten kurze Anweisungen sub ○ a und b beigegeben, von denen bei jeder Dampfkesselanlage ein Exemplar vorhanden, womöglich im Kesselraume aufgehängt sein muß und deren

Inhalt der Beurtheilung vorkommender Vernachlässigungen als Anhalt dienen wird. Die Stelle dieser Anweisungen können für Locomotiven und Dampfschiffe auch die von den betreffenden Eisenbahn- oder Dampfschifffahrts-Directorien abgefaßten Instructionen vertreten, sofern dieselben dem Ministerium des Innern zur Genehmigung vorgelegt worden sind.

Die Bestimmungen gegenwärtiger Verordnung und der dazu gehörigen Instruction sub △ treten vom 1. Januar 1850 an in Kraft und haben Alle, die es angeht, sich danach zu achten.

Dresden, d. 13. Sept. 1849.

Das Ministerium des Innern
und der Finanzen.

Wir theilen hier nun in Folgendem noch dasjenige mit, was zum vollen Verständniß der in Sachsen erlassenen Verordnung über Beaufsichtigung der Dampfkessel rc. erforderlich ist, und beginnen zunächst mit den Tabellen, auf welche die bereits mitgetheilte Verordnung Bezug nimmt, nämlich:

Tabelle I. A.

Durchmesser des Kessels in Metern.	Geringste Wandstärke des Kessels in Millimetern für Dampfspannungen						
	2 At.	3 Atm.	4 Atm.	5 Atm.	6 Atm.	7 Atm.	8 Atm.
0,30	3,54	4,08	4,62	5,16	5,70	6,24	6,78
0,35	3,63	4,26	4,89	5,52	6,15	6,78	7,41
0,40	3,72	4,44	5,16	5,88	6,60	7,32	8,04
0,45	3,81	4,62	5,43	6,24	7,05	7,86	8,67
0,50	3,90	4,80	5,70	6,60	7,50	8,40	9,30
0,55	3,99	4,98	5,97	6,96	7,95	8,94	9,93
0,60	4,08	5,16	6,24	7,32	8,40	9,48	10,56
0,65	4,17	5,34	6,51	7,68	8,85	10,02	11,19
0,70	4,26	5,52	6,78	8,04	9,30	10,56	11,82
0,75	4,35	5,70	7,05	8,40	9,75	11,10	12,45
0,80	4,44	5,88	7,32	8,76	10,20	11,64	13,08
0,85	4,53	6,06	7,59	9,12	10,65	12,18	13,71
0,90	4,62	6,24	7,86	9,48	11,10	12,72	14,34
0,95	4,71	6,42	8,13	9,84	11,55	13,26	14,97
1,00	4,80	6,60	8,40	10,20	12,00	13,80	—
1,05	4,89	6,78	8,67	10,56	12,45	14,34	—
1,10	4,98	6,96	8,94	10,92	12,90	14,88	—
1,15	5,07	7,14	9,21	11,28	13,35	—	—
1,20	5,16	7,32	9,48	11,64	13,80	—	—
1,25	5,25	7,50	9,75	12,00	14,25	—	—
1,30	5,34	7,68	10,02	12,36	14,70	—	—

Durchmesser des Kessels in Metern.	Geringste Wandstärke des Kessels in Millimetern für Dampfspannungen						
	2 At.	3 Atm.	4 Atm.	5 Atm.	6 Atm.	7 Atm.	7 Atm.
1,35	5,43	7,86	10,29	12,72	—	—	—
1,40	5,52	8,04	10,56	13,08	—	—	—
1,45	5,61	8,22	10,83	13,44	—	—	—
1,50	5,70	8,40	11,10	13,80	—	—	—
1,55	5,79	8,58	11,37	14,16	—	—	—
1,60	5,88	8,76	11,64	14,52	—	—	—
1,65	5,97	8,94	11,91	14,88	—	—	—
1,70	6,06	9,12	12,18	—	—	—	—
1,75	6,15	9,30	12,45	—	—	—	—
1,80	6,24	9,48	12,72	—	—	—	—
1,85	6,33	9,66	12,99	—	—	—	—
1,90	6,42	9,84	13,26	—	—	—	—
1,95	6,51	10,02	13,53	—	—	—	—
2	6,60	10,20	13,80	—	—	—	—

Tabelle I. B.

Durchmesser des Kessels in sächsischen Fußen.	Geringste Wandstärke des Kessels in sächsischen Linien (12 auf den Zoll) für Dampfspannungen von						
	2 Atm.	3 Atm.	4 Atm.	5 Atm.	6 Atm.	7 Atm.	8 Atm.
1	1,76	2,01	2,27	2,53	2,79	3,04	3,30
1,5	1,89	2,27	2,66	3,04	3,43	3,81	4,20
2	2,02	2,53	3,04	3,56	4,07	4,58	5,10
2,5	2,14	2,78	3,43	4,07	4,71	5,35	5,99
3	2,27	3,04	3,81	4,58	5,36	6,13	6,90
3,5	2,40	3,30	4,20	5,10	6,00	6,90	—
4	2,53	3,56	4,58	5,61	6,64	—	—
4,5	2,66	3,81	4,97	6,13	7,28	—	—
5	2,79	4,07	5,36	6,64	—	—	—
5,5	2,92	4,33	5,74	7,15	—	—	—
6	3,04	4,58	6,13	—	—	—	—
6,5	3,17	4,84	6,51	—	—	—	—
7	3,30	5,10	6,90	—	—	—	—

Instruction zur Ausführung der Verordnung über polizeiliche Beaufsichtigung der Dampfkessel.

Zu §. 1 der Verordnung.

§. 1. Wenn die Anlage oder der Umbau oder eine wesentliche Veränderung eines nach §. 1 der Verordnung von den formellen Bestimmungen derselben ausgenommenen Dampfkessels (beziehentlich Locomotiven) beabsichtigt wird, so ist von der betreffenden fiscalischen oder Bergbehörde eine bloße Notification an die betreffende Polizeibehörde und gleichzeitig Anzeige an den technischen Beamten des Bezirks zu geben. Die Polizeibehörde ist dann berechtigt, der technische Beamte aber verpflichtet, von den einschlagenden Plänen und den Anlagen selbst Einsicht zu nehmen, und dieselben haben sich, wenn ihnen gegen die Ausführung in der beabsichtigten Weise Bedenken beigehen, behufs der Erledigung derselben vorerst mit den ausführenden Baubeamten und Technikern unmittelbar zu vernehmen. Bei nicht erfolgender Erledigung sind die Bedenken der betreffenden Kreisdirection anzuzeigen, welche, insofern durch deren vorherige weitere Vernehmung mit der betreffenden fiscalischen Behörde (Oberbergamt, Staatsbahndirection) der Differenzpunct nicht zur Beseitigung gelangen sollte, den Fall behufs schließlicher im Einverständnisse mit dem Finanzministerium zu ertheilender Entscheidung zur Kenntniß des Ministeriums des Innern zu bringen hat.

Ist ein neuer oder wegen wesentlicher Reparatur außer Gebrauch gesetzter Dampfkessel (oder Locomotive) zur Ingangsetzung fertig, so ist, wie oben, an die Polizeibehörde und den technischen Beamten Anzeige zu machen. Der Letztere hat dann den Dampfkessel in Gemäßheit gegenwärtiger Instruction

der Prüfung zu unterwerfen, welcher die Polizeibehörde durch eines ihrer Mitglieder beizuwohnen berechtigt ist.

Das über die Prüfung aufgenommene Protocoll ist, dafern nicht unerledigt gebliebene Bedenken zur Kenntniß der Kreisdirection zu bringen sind, an das Finanzministerium zu weiterer Mittheilung an das Ministerium des Innern einzureichen.

Bei den späteren jährlichen Revisionen der Dampfkesselanlagen und beziehendlich wiederholten Prüfungen der Kessel bedarf es der Benachrichtigung der Polizeibehörde nicht; im Uebrigen ist aber obiger Vorschrift gemäß zu verfahren.

Wegen Erledigung der bei Prüfungen und Revisionen unerledigt bleibenden und zur Kenntniß der Kreisdirection gelangenden Bedenken gilt dasselbe Verfahren, wie bei den neuen Anlagen.

Die über Prüfungen und Revisionen aufzunehmenden Protocolle sind von technischen Beamten des Bezirks und den fiscalischen Aufsichtsbeamten (Maschinenmeister, Maschinisten) zu vollziehen.

Zu §. 2 der Verordnung.

§. 2. Die technischen Beamten werden vom Ministerium des Innern, und soviel die Beaufsichtigung fiscalischer Dampfkessel betrifft, von demselben und dem Finanzministerium gemeinschaftlich erwählt, auf Grund der Verordnung und Instruction verpflichtet und ihre Namen, Wohnort und die einem jeden zugewiesenen Bezirke öffentlich bekannt gemacht*)

---

*) Gegenwärtig Hr. Professor Schubert in Dresden, Herr Brandversicherungsinspector Krato in Chemnitz und Herr Gewerbschullehrer Brückmann in Chemnitz, Letzterer als Stellvertreter.

Ihre amtliche Stellung ist einer den Localbehör-
den coordinirte. Sie haben über Resultate ihrer
Thätigkeit alljährlich, und zwar jedenfalls noch in-
nerhalb des Monats Januar, Bericht an die betref-
fenden Kreisdirectionen unter Beifügung der nach
Inhalt der Verordnung vorgeschriebenen Protocollsdu-
plicate, soviel als möglich in tabellarischer Form
(nach den deßhalb vorzuschreibenden Formularen) und
dergestalt zu erstatten, daß die Kesselproben, die Re-
visionen neuer Anlagen, die jährlichen regelmäßigen Re-
visionen und die Nachrevisionen getrennt erscheinen. Die
während des Jahres eingegangenen Notificationen und
Anzeigen werden in die Tabellen selbst nicht mit aufge-
nommen, sondern am Schlusse summarisch aufgeführt.

Die Berichterstattung über einzelne Fälle, in denen
die Umstände oder andere Differenzen oder entstandene
Dazwischenkunft der Kreisdirection erfordern, liegt
der Polizeibehörde auf Grund der von dem techni-
schen Beamten mit vollzogenen Protocolle ob.

§. 3. Die technischen Beamten haben sich der-
gestalt einzurichten, daß sie nicht nur die in §. 6 der
Verordnung für die Erstattung der Gutachten über
neue Anlagen festgesetzte Frist von vierzehn Tagen,
deren Versäumung mit einer von dem Betrage der
Liquidation abzuziehenden Ordnungsstrafe von zwei
Thalern für jeden Fall geahndet werden wird, zuver-
lässig innehalten, sondern auch sobald als möglich,
und jedenfalls innerhalb der nächsten vierzehn Tage
nach der an sie ergangenen Aufforderung zur Vor-
nahme der ersten Revision einer neuen Anlage oder
einer Kesselprobe, derselben genügen können.

Die Ausführung der regelmäßigen jährlichen
Revisionen kann nach dem Belieben der technischen
Beamten geschehen, wenn sie nur alljährlich mit ih-
rem Bezirke durchkommen; es ist aber dabei mög-
lichst zu vermeiden, daß die Dampfkesselbesitzer im

voraus den Zeitpunct der Revision erfahren (wo dies nicht wegen einer vorzubereitenden Kesselprobe, wie z. B. bei Locomotiven, erforderlich ist). Deßhalb ist jede Regelmäßigkeit im Turnus der Revision möglichst auszuschließen, auch in Districten, wo viele Dampfkessel nahe beisammen liegen, nicht alle hintereinander zu revidiren.

Zu §. 5 und 6 der Verordnung.

§. 4. Bei Prüfung der zu erstattenden Anzeigen ist darauf zu sehen, daß dieselben alles das enthalten, was zur Beurtheilung des Erfülltseins der in §. 3 der Verordnung aufgestellten Bedingungen erforderlich ist. Sie müssen also enthalten:

1) Einen mit Maßstab versehenen Situationsplan der ganzen Anlage nebst Umgebung, so weit letztere nöthig ist, um die Entfernung der nächsten Gebäude (bei welchen die Höhe und die Art der Dachung in der Erklärung angegeben sein muß), der nächsten öffentlichen Wege und etwaiger, zu Einwendungen gegen Dampfkesselanlagen Gelegenheit gebender gewerblicher Anlagen, z. B. Bleichereien, ersehen zu können;

2) Einen ebenfalls mit Maßstab versehenen, alle Mauerstärken genau angebenden Grund- und Aufriß des Kesselhauses oder des Gebäudes, in dem der Kessel aufgestellt werden soll, sammt Kesselofen, woraus bei eingebauten Kesseln die Beschaffenheit und Bestimmung der oberhalb und neben dem Kesselraume befindlichen Räume, die Stärke und Substanz der diese letzten vom Kesselhause trennenden Wände, in jedem Falle die Dimensionen des Kesselhauses, die Beschaffenheit und die Stärke seiner Umfassungswände sammt Thüren und Fenstern, die Art der Bedienung, der freie Raum um den Kessel-

ofen, die Weite, Höhe, Wandstärke und das Material der Esse, endlich die (durch besondere Durchschnitte zu erläuternde) Einrichtung des Kesselofens selbst, namentlich in Bezug auf das vorgeschriebene Verhältniß zwischen den Feuerzügen und der Wasserstandslinie, welche deßhalb in der Zeichnung genau anzugeben ist, zu ersehen sein müssen.

3) Eine, in nicht zu kleinem Maßstabe ausgeführte, aus Aufriß, Längen- und Querdurchschnitt bestehende und mit den erforderlichen Details versehene Zeichnung des Kessels selbst, sammt Zubehör, aus welcher, mit Zuhülfenahme eingeschriebener Maße und beigegebener Erläuterung, zu ersehen ist: die Größe und Gestalt, sowie das Material des Kessels in allen einzelnen Theilen, die Wandstärken aller einzelnen Kesseltheile und deren gegenseitige Befestigung, die Größe der Heizfläche, die Anbringung und Beschaffenheit der Sicherheitsventile sammt den kleinsten Querschnitten ihrer Ausströmungsöffnungen, die Größe der Dampfdruckfläche, die Breite der Verschlußfläche, die Verhältnisse des vorhandenen Belastungshebels und die Größe des Gewichts, ferner die Einrichtung des projectirten Wasserstandzeigers, die Anbringung und Einrichtung des Manometers mit besonderer Rücksicht auf die Weite des Verbindungsrohres, endlich die Einrichtung und die für Beurtheilung der Lieferungsfähigkeit nöthigen Dimensionen des Speiseapparats.

Das zu benutzende Brennmaterial ist in der Beschreibung ebenfalls anzugeben.

Werden mehre Dampfkessel zu gegenseitiger Unterstützung beabsichtigt, so muß der Anzeige die Art ihrer Verbindung und gegenseitige Aufstellung und namentlich auch hervorgehoben werden, ob nach §. 8 m jeder der Kessel den Bedingungen der Verordnung sub h, i, k entspricht und besonders gespeis't werden kann.

4) Eine Erklärung über die beabsichtigte höchste Dampfspannung, den Zweck des Dampfkessels, und im Falle letzterer der Betrieb einer Dampfmaschine ist, das System, die Hauptdimensionen und die angeblichen Pferdekräfte der letztern; endlich die Namen der Erbauer des Kessels und der Dampfmaschine und die Angabe, ob der Kessel bereis probirt worden, wo und auf welche Spannung.

Bei Anzeigen, welche sich auf wesentliche Veränderung, Umbau oder Translocirung eines Dampfkessels beziehen, kann in Bezug auf diejenigen Theile der Anlage, von welchen bereits behufs der ersten Anlage die erforderlichen Zeichnungen eingereicht sind, und welche keine Veränderung erleiden, auf die frühern Beilagen verwiesen werden und sind nur von den sich verändernden Theilen der Anlage ausführliche Zeichnungen beizulegen.

Findet der technische Beamte bei Durchsicht der Anzeigen sammt Beilagen, daß dieselben in einem der erwähnten Puncte unvollständig sind, so hat er sie zuvörderst zur Vervollständigung zurückzugeben, und die 14tägige Frist für die Begutachtung läuft stets von dem Tage an, an welchem die vollständige Anzeige in die Hände des technischen Beamten gelangt. Derselbe hat dann alle einzelnen Erfordernisse der Anlage nach Anleitung des §. 3 der Verordnung durchzugehen und im Berichte entweder die Uebereinstimmung mit den Bestimmungen der Verordnung auszusprechen, oder die gefundene Abweichung zu bezeichnen und dabei zugleich, so weit wie möglich unter gleichzeitiger Andeutung in den Zeichnungen und Rissen, anzugeben, wie die Abänderung geschehen müsse. Ergeben sich dabei Umstände, welche im Interesse der Sicherheit besondere Einrichtungen zu erfordern scheinen, so ist dieses im Berichte besonders zu motiviren und die erforderlichen besondern Einrich-

wungen sind eingegeben. Sind Einsprüche von benachbarten Besitzern erhoben, denen sich durch einige Abänderung der Anlage, Erhöhung der Esse u. s. w. abhelfen zu lassen scheint, oder die sich nur vom technischen Standpuncte aus beurtheilen lassen, so hat die Polizeibehörde, wo möglich, zugleich mit Zufertigung der Anzeige dem technischen Beamten die erforderlichen Unterlagen mit zugehen zu lassen, damit sich dessen technisches Gutachten zugleich mit hierauf erstrecken könne. Dasselbe gilt von Fällen, wo der Betheiligte Ausnahmen von der Verordnung beantragt; auch hierüber hat sich der technische Beamte in seinem Gutachten unter Anführung der erforderlich scheinenden besondern Sicherungsmaßregeln auszulassen, damit dem Ministerium des Innern die Sache gehörig präparirt zugehe. Bei Prüfung der Anzeigen hat der technische Beamte die Uebereinstimmung beider Exemplare der Beilagen sorgfältig zu prüfen und auf denselben zu attestiren, da nach Abgabe des Gutachtens das eine Exemplar bei den Acten der Behörde bleibt, das andere aber dem Ansuchenden wieder ausgehändigt wird.

Im Allgemeinen ist sich zwar bei Beurtheilung der Erfordernisse einer Dampfkesselanlage ganz genau nach den Vorschriften der Verordnung zu richten, dabei aber, was die absolute Genauigkeit der Maßbestimmungen anlangt, auf die technische Ausführbarkeit die erforderliche billige Rücksicht zu nehmen.

Zu §. 8 a der Verordnung.

§. 8. Im ganzen Texte der Verordnung ist durchgängig der Ausdruck Dampfspannung gewählt und nicht Druck; die angegebenen Atmosphärenzahlen geben also nicht die Differenz zwischen

dem innern und dem Atmosphärendruck, sondern die Spannung der Dämpfe im Kessel überhaupt an und sind daher um 1 zu vermindern, um den Manometer- oder den sogenannten Ueberdruck zu erhalten.

Die Verordnung statuirt keinen allgemeinen Unterschied in Hoch- und Niederdruckmaschinen, sondern giebt überall die Grenze der Spannung (oder der Kesseldimensionen) genau an, bis zu welcher eine bestimmte Vorrichtung nöthig ist, oder nicht. Wo eine solche Angabe fehlt, gilt die Bestimmung für alle Kessel ohne Rücksicht auf Spannung und Bestimmung.

Werden Ausnahmen von der Bestimmung §. 3 a beantragt, so ist zuvörderst nach der Situation des ganzen Etablissements genau zu beurtheilen, ob mit nicht zu unverhältnißmäßiger Erhöhung der Kosten eine solche Abänderung des Projects ausführbar sei, welche die Aufstellung des Kessels in einem den Forderungen der Verordnung entsprechenden Hause möglich macht; findet sich da kein Ausweg, so wird zu erörtern sein, ob nicht die projectirte Benutzung des Dampfes durch geeignete Abänderung der Dimensionen des Kessels und, z. B., der Dampfmaschine es zuläßt, daß mit einer Spannung von nicht über 2 Atmosphären gearbeitet werde, und erst, wenn auch dieses unthunlich erscheint, sind die besondern Bedingungen zu erörtern, welche etwa zu stellen sein möchten. Hierher gehört vor allen Dingen eine hinreichende Räumlichkeit des Kesselhauses, welche den Rauminhalt des Kessels sammt Ofen wenigstens um das 25- bis 30fache übersteigen muß; ist daher der projectirte Raum zu klein, so ist zuvörderst die mögliche Erweiterung in's Auge zu fassen. Ferner ist, mit Berücksichtigung der benachbarten und oberhalb befindlichen Räume und ihrer Benutzung, die Construction und Stärke der Wände und der Decke zu

prüfen, endlich die Verminderung der noch übrigen Gefahr durch größere Stärke der Kesselwände, Anbringung eines Lärmschwimmers u. s. w. in Betrachtung zu ziehen.

Zu §. 3 b der Verordnung.

§. 6. Die Bestimmungen der Verordnung §. 3 b haben den Zweck, Gefahr für die Passanten durch Explosion und ein Scheumachen der Pferde zu verhüten, und sind demnach die im speciellen Falle erforderliche Entfernung des Kesselhauses von der Straße, dessen Wandstärke und die Anbringung des Dampfabzugrohres hinsichtlich seiner Richtung zu bestimmen.

Sollten transportable Dampfmaschinen zu Betreibung von Erdarbeiten, landwirthschaftlichen Arbeiten u. s. w. im Freien vorkommen, so würde nach erfolgter Prüfung und Genehmigung des Kessels der Betrieb einer solchen Maschine an Orten, die mindestens 100 Ellen vom nächsten bewohnten Gebäude und der nächsten öffentlichen Straße entfernt sind, nicht erst besonderer Genehmigung unterliegen und diese Befugniß im Revisionsprotocolle und Certificate auszudrücken sein. In allen andern Fällen ist aber besondere, auf eine genaue Localerörterung, bei welcher auf Antrag der Polizeibehörde der technische Beamte zu concurriren hat, zu stützende Genehmigung erforderlich.

Zu §. 3 c der Verordnung.

§. 7. Die Bestimmung §. 3 c, sub c, soll nur die Sicherheit gewähren, daß Kesselmauerung und die betreffenden Umfassungswände wirklich von einander getrennt sind; das Uebrige ist feuerpolizei-

licher Natur. Namentlich sind also auch Anhäufungen von Kohlen oder anderm Heizmaterial dem Kesselgemäuer nicht über 3 Ellen zu nähern, noch weniger der Kesselofen zum Trocknen von Holz 2c. zu benutzen. Oefterer Anstrich des in der Nähe des Kessels befindlichen Holzwerks mit Alaunwasser ist anzurathen.

Zu §. 3 d der Verordnung.

§. 8. Rauchverzehrende Einrichtungen sind zwar nicht vorgeschrieben, da die Erfahrungen darüber noch ungenügend sind; in Fällen jedoch, wo Einwendungen von Nachbarn gegen die Anlage, sei sie eine erst projectirte oder schon bestehende, besonders aus dem Rauche hergeleitet und als begründet erfunden worden, ist sorgfältig zu erörtern, ob nicht die Anbringung einer bewährten rauchverzehrenden Einrichtung oder sonstige Abänderung des Feuerbaues, ohne zu große Kosten, den gerügten Uebelstand wesentlich vermindern kann, in welchem Falle der Besitzer der Anlage diese Abänderung zu treffen angehalten werden muß.

Zu §. 3 e der Verordnung.

§. 9. §. 3 e hat theils die erforderliche Festigkeit, theils die Feuersicherheit, theils die Belästigung der Umgebung durch Rauch im Auge. In ersterer Beziehung ist nach baulichen Grundsätzen zu urtheilen, aber dabei immer so zu rechnen, daß die Gründung der Esse und die Wandstärke noch eine mäßige spätere Erhöhung, zu welcher durch Beschwerden der Umgebung Veranlassung gegeben werden könnte, aushält. Dies ist namentlich darum nöthig, um die Fälle, in denen Blechaufsätze, die dasselbe gegen sich

haben, wie Metallessen überhaupt, nicht zu umgehen sind, möglichst zu vermindern.

Die Bestimmungen über die Höhe der Essen werden in der Regel zureichen, um einen freien Abzug des Rauchs ohne große Belästigung der Nachbarschaft zu gewähren; in besondern Fällen ist aber die Vorschrift einer größern Höhe nicht ausgeschlossen. Isolirt liegende Dampfkessel, wie sie bei'm Bergwerksbetriebe u. s. w. häufig vorkommen, sind natürlich an diese Rücksichten nicht gebunden, solange sie isolirt bleiben.

Zu §. 8 f der Verordnung.

§. 10. Die Wandstärken der Tabelle I. A sind erhalten nach der Formel

$$e = 1,8\,d\,(n - 1) + 3,$$

wo d den Durchmesser des Kessels oder Kesseltheils in Metern und n die Dampfspannung im Kessel nach Atmosphären bedeutet und e in Millimetern erhalten wird. Ist d in sächsischen Fußen gegeben und wird e in sächsischen Duodecimallinien gesucht, so lautet die Formel nach dem annähernden Verhältnisse von 3,5 sächsischen Fußen auf 1 Meter und ½ sächsischen Linien auf 1 Millimeter

$$e = 0,257\,d\,(n - 1) + 1,5.$$

Darnach ist Tabelle I. B berechnet. Die Zahlen der Tabelle sind zunächst nur für cylindrische Kesselformen anwendbar, und die Wandstärken von Hauptkessel, Heizröhren und Siederöhren sind nach den resp. Durchmessern einzeln zu bestimmen.

Dabei ist jedoch für alle Kessel unter 2 Atmosphären Spannung die für 2 Atmosphären erforderliche Stärke zu fordern und eine geringere Wandstärke unzulässig.

Eine etwa vorhandene Differenz zwischen den Wandstärken des obern, dem Feuer nicht ausgesetzten Kesseltheils und derjenigen des untern darf in keinem Falle größer sein, als daß die obere Wandstärke noch mindestens $\frac{7}{8}$ der untern beträgt.

Für die große Mehrzahl der Fälle, wo jetzt noch ebene Kesselwände vorkommen, nämlich bei Niederdruckkesseln, ist daher der §. 3 f gestellten Forderung einer mehr als hinreichenden Wandstärke schon dadurch genügt. Dagegen wird allerdings noch besonders die gehörige Verankerung und sonstige Verbindung der Kesseltheile unter sich zu prüfen sein. Bei höheren Spannungen als zwei Atmosphären ist sowohl bei Bestimmung der Wandstärken, als bei der Probe nur Fortschreiten nach halben Atmosphären zulässig. Die Tabelle enthält nur die Zahlen für ganze Atmosphären; man nimmt dann das arithmetische Mittel zwischen den benachbarten Zahlen in der horizontalen Linie, so daß, z. B., bei 2 Fuß Durchmesser und $2\frac{1}{2}$ Atmosphären Spannung die Wandstärke $\frac{2,02 + 2,58}{2} = 2,27$ Linien ist. Aehnlich ist zu verfahren, wenn der wirkliche Durchmesser des Kessels oder Kesseltheils zwischen zwei Zahlen der Tabelle fällt; auch dann ist der zwischen zwei Zahlen der Verticallinie fallende verhältnißmäßige Werth zu interpoliren. Für höhere Spannungen kommt man bei wachsendem Durchmesser cylindrischer Kessel bald auf die Stärke von 7,5 Linien, welche, der Erfahrung gemäß, als zulässiges Maximum der Wandstärke aufgestellt ist. Die Horizontallinie, auf welcher für die betreffende Spannung die Zahl 7,5 stehen würde, giebt dann zugleich das Maximum des für diese Spannung zulässigen Durchmessers an. So würden also für 7 Atmosphären Spannung Kes-

fel von mehr als 3 Fuß Weite unter allen Umständen unzulässig sein.

Zu §. 8 b der Verordnung.

§. 11. Zur Erleichterung giebt Tabelle IV. A und B eine Uebersicht über die Breite der Ventilauflagerungsflächen nach französischem und sächsischem Maße.

Unter Ausströmungsöffnungen sind die kleinsten Querschnitte der nach den Ventilen führenden Verbindungswege zu verstehen.

Die beigegebenen Tabellen II. A und B enthalten für fortschreitende Spannungen von halben zu halben Atmosphären (hier fällt auch der Grund weg, Spannungen unter 2 Atmosphären unberücksichtigt zu lassen) und für Heizflächen von 10 zu 10 Quadratfußen, sowie nach Quadratmetern fortschreitend die Durchmesser dieser als kreisförmig angenommenen Querschnitte in Linien und Zehntellinien (resp. in Millimetern). Sind die Querschnitte nicht kreisförmig, so sind sie auf Kreisform zu reduciren. Um für zwischenliegende Größen der Heizflächen die Durchmesser zu finden, wird es genügen, nur von 5 zu 5 Quadratfuß fortzuschreiten und das arithmetische Mittel zwischen zwei aufeinander folgenden Durchmessern zu nehmen. Für Zwischenstufen ist allemal die nächste höhere Zahl zu adoptiren (z. B. bei [illegible] Quadratfuß Heizfläche der Durchmesser für 15, [illegible] 16 für 20) u. s. f. Auch hier ist [illegible] die [illegible] Differenzen in der Ausmessung [illegible] Fehlbarkeit zu berücksichtigen, da [illegible] Berechnung der Heizfläche in [illegible] nicht möglich ist. Die Berechnung [illegible] hat jedoch nicht nach allgemeinen [illegible] Sätzen, sondern aus den in der [illegible]

nen Längen und Durchmessern des Kessels und der vorhandenen Röhren und aus der durch die obere Linie der Feuerzüge gegebenen obern Grenze (bei besonderen Kesselconstructionen mit specieller Berücksichtigung des ganzen Feuerungsbaues) zu geschehen, nur ist nachgelassen, auch bei am Ende flach gewölbten Kesseln und Röhren die Fläche als die eines eben geschlossenen Cylinders von der Höhe der größten Länge des Kessels und ohne Berücksichtigung der Endflächen zu berechnen.

Ist (Tab. II. A) s die Heizfläche, n die Dampfspannung im Kessel, so hat man, wenn s in Quadratmetern gegeben ist, den kleinsten Durchmesser des Verbindungsweges u in Millimetern

$$u = 26 \cdot \sqrt{\frac{s}{n - 0{,}412}}$$

Ist s in sächsischen Quadratfußen gegeben, und wird u in sächsischen Linien gesucht, so hat man

$$u = 3{,}7 \cdot \sqrt{\frac{s}{n - 0{,}412}},$$

wobei annähernd genau 1 Quadratmeter = 12,5 Quadratfuß sächsisch und 1 Millimeter = 0,5 Linien sächsisch angenommen ist. (Tabelle II. B.)

Nach diesen Formeln würde für die seltenen Fälle, wo die Größe der Heizfläche noch über die Grenze der Tabelle hinausfällt, der Werth von u zu berechnen sein, wie man sich überhaupt der in dieser Instruction enthaltenen Formel auch für alle über die Grenzen der beigefügten Tabellen hinausgehenden Rechnungen zu bedienen hat.

Die Belastung der Ventile kann sowohl direct auf das Ventil wirken, als mittelst eines Hebels, und es ist vollkommen gleichgültig, ob eines der Ventile mit directer, das andere mit Hebelbelastung, oder

beide mit directer, oder beide mit Hebelbelastung versehen sind. Die directe Belastung g in Kilogrammen erhält man aus dem in Millimetern ausgedrückten und stets zwischen den innern Rändern der Auflagerungsfläche zu messenden Durchmesser v der Druckfläche des Ventils, (welche demnach auch zuweilen größer sein kann, als der in Tabelle II. A und B enthaltene kleinste Querschnitt der Ausströmungswege) und der Dampfspannung n nach der Formel

$$g = 0{,}00811\,(n - 1)\,v^2.$$

Für Ventildurchmesser in sächsischen Linien ist die directe Belastung nach Zollpfunden

$$g = 0{,}064\,(n - 1)\,v^2.$$

Nach diesen beiden Formeln sind Tabelle III. A und B berechnet. Dabei werden nur halbe Pfunde gerechnet, geringere Bruchtheile also ganz weggelassen, größere für voll genommen.

Wirkt das Gewicht mittelst eines Hebels, so ist die Größe der directen Belastung durch das Verhältniß der Hebelarme zu dividiren, dergestalt, daß der Aufhängepunct des für das Maximum des zulässigen Drucks zu bestimmenden Gewichts am äußersten Ende des Hebels angenommen wird, damit eine Ueberlastung ohne Vergrößerung des Gewichtes oder Feststellung des Hebels unmöglich werde. In jedem Falle darf das Gewicht nur aus einem Stücke bestehen. Der durch das eigene Gewicht des Ventils und des Hebels erzeugte Druck wird direct bestimmt und bei Berechnung der Belastung in Ansatz gebracht.

Die Vergitterung oder sonstige Verschließung des einen Ventils wird nicht geradezu untersagt. Es ist aber dann jedenfalls die Einrichtung so zu treffen, daß man bei Revisionen auch dieses Ventil während des Betriebs entblößen kann.

Außerdem ist sorgfältig darauf zu sehen, daß die Construction des Ventils, namentlich der Gabel, in welcher der Hebelarm spielt, eine Erschwerung des Ganges oder ein Festkeilen des Hebels nicht zu leicht mache.

Ventile, die sich nach innen öffnen, für Niederdruckkessel, um das Eindrücken des Kessels in Folge einer Condensation zu verhüten, sind nach dem angenommenen Principe für Bestimmungen der Wandstärke strenggenommen nicht erforderlich und daher nicht vorgeschrieben. Doch ist die Anbringung eines solchen, besonders bei großen Kesseln mit ebenen Wänden, nicht unrathsam und kann in solchen Fällen, wo die ebenen Flächen sehr groß und die Widerstandsfähigkeit der innern Befestigung in der Richtung von außen nach innen nicht zweifellos ist, auch vorgeschrieben werden.

Zu §. 3 i der Verordnung.

§. 12. Bei Wasserstandsröhren ist darauf zu sehen, daß dieselben an einem solchen Orte angebracht und so beschaffen sind, daß der Heizer den Wasserspiegel zu jeder Zeit leicht beobachten kann; die Tubulaturen, mittelst denen das Glasrohr oben und unten mit Dampf- und Wasserraum des Kessels communicirt, müssen mit Hähnen versehen sein, um bei einem Zerbrechen des Glasrohrs das Ausströmen von Wasser und Dampf verhüten und eine Auswechselung und Reinigung vornehmen zu können.

Lärmschwimmer werden nur unter die für solche Fälle, wo man die Anlage von Dampfkesseln innerhalb bewohnter Gebäude zuzulassen genöthigt ist, vorzuschreibenden besondern Maßregeln gehören.

Zu §. 3 k der Verordnung.

§. 13. Ein Manometer muß ohne Unterschied an allen Dampfkesseln und zwar so angebracht sein, daß es direct durch ein mindestens ½ Zoll weites und deßhalb Verstopfungen in Folge unreiner Speisewässer minder ausgesetztes Rohr mit dem Dampfraum des Kessels communicirt und seine Scala vom Standpuncte des Heizers aus, bei Dampfschiffen wo möglich auch von einem den Passagieren zugänglichen Orte aus sichtbar ist.

Die Scala ist nach Atmosphären innerer Dampfspannung zu theilen und der Punct der höchsten zulässigen Spannung auf derselben deutlich zu markiren.

Bei den großen Mängeln aller geschlossenen Manometer und auch der Thermometer, waren um so mehr offene Manometer ohne alle Ausnahme vorzuschreiben, als es nicht mehr an compendiösen Einrichtungen von offenen Manometern fehlt, bei Röhrenkesseln für Locomotiven und für Dampfschiffe mit Hochdruck Manometer aber unnöthig und durch die Sicherheitsventile mit Federbelastung zu ersetzen sind.

Die Gesammtlänge des Steigrohrs eines offenen Manometers darf nicht länger sein, als daß, sobald die Spannung um ½ Atmosphäre über die höchste zulässige Spannung steigt, das Quecksilber auszulaufen beginnt.

Zu §. 3 l der Verordnung.

§. 14. Bei der großen Verschiedenartigkeit möglicher Einrichtung der Speiseapparate ist nur die allgemeine Forderung zu stellen, daß deren Construction zuverlässig die Zuführung einer zum vollständi-

gen Ersatze des verdampfenden Wassers erforderlichen Wassermenge sichert.

Bei unreinen Speisewässern, immer bei Dampfschiffen, ist das Saugrohr der Speisepumpe gegen das Eindringen von Unreinigkeiten zu schützen. Eine besondere Vorschrift über die Lage des Druckpumpenkolbens im Verhältniß zum niedrigsten Wasserstande erscheint zwar unnöthig, doch ist es jedenfalls zu bemerken, wenn in dieser Beziehung die Einrichtung unzweckmäßig erscheint.

Zu §. 3 n der Verordnung.

§. 15. Die erwähnten Ausnahmen können theils eine Verminderung, theils eine Vermehrung der allgemein vorgeschriebenen Maßregeln betreffen. Verminderung der Sicherheitsmaßregeln ist jedoch so selten wie möglich zu beantragen. Die Nothwendigkeit kann besonders bei Kesseln eintreten, welche, mit sehr geringer Spannung arbeitend, für Waschanstalten, Bleichereien, Färbereien u. s. w. benutzt werden. Hier kann, z. B. durch periodische Wiederkehr gänzlicher Entleerung des Kessels die Anbringung von Schwimmern, Wasserstandszeigern 2c. ganz unpraktisch, ein Manometer, ein gewöhnliches Sicherheitsventil durch die beschränkte Höhe des zum Einfüllen der Lauge dienenden Rohres überflüssig, dagegen ein sich nach innen öffnendes Luftventil nöthig werden. Aehnliche Fälle sind noch mehr denkbar und es wird dann der Antrag auf Dispensation von den im vorliegenden Falle überflüssig oder unpraktisch erscheinenden Vorrichtungen und, da nöthig, deren Ersatz durch andere, besonders gutachtlich zu motiviren sein.

Vermehrungen und Verstärkungen der Sicherheitsmaßregeln kommen besonders vor, wo Kessel höherer Spannungen eingebaut werden sollen, bei sehr

roßen Kesseln mit ebenen Wänden, bei Anwendung
ines sehr ätzenden, freie Säure oder saure Salze
nthaltenden Speisewassers (in welchem Falle die
Neutralisation der Speisewässer, die öftere Wiederho-
ung der Kesselprobe ꝛc. vorgeschrieben werden kann),
ei sehr unreinen, rasche Kesselsteinbildung bewirkenden
Speisewässern (welche besondere Sorgfalt in Aus-
vahl der die gehörige Reinigung der Kesseltheile am
neisten erleichternden Kesselconstruction erfordern)
ı. s. w.

Zu §. 4 der Verordnung.

§. 16. In jedem Falle ist bei neuen Anlagen
oder nach solchen Reparaturen, welche gänzliche De-
montirung des Kessels nöthig machen, die Probe vor
der Einmauerung (und zwar bei Kesseln aus inlän-
dischen Werkstätten, um unnöthige Weiterungen zu
ersparen, soviel als möglich schon in der Kesselfabrik)
dergestalt anzustellen, daß man alle Theile des Kes-
sels während der Probe frei beobachten kann.

Der Tag der vorzunehmenden Kesselprobe muß
allemal so lange voraus bestimmt sein, daß der Ver-
pflichtete Zeit hat, das Erforderliche vorzubereiten.

Die vor der Hand allgemein anzuwendende
Probe ist die mittelst der Druckpumpe; doch wird,
nach Befinden, sobald einige weitere Erfahrungen
dies mit Sicherheit erlauben, später auch die in vie-
len Beziehungen bequemere Jobard'sche Probe zuge-
lassen werden.

Der Besitzer des zu probirenden Kessels hat
vor der Probe den Kessel (und resp. dessen einzelne
Theile) in eine solche Lage zu bringen, daß er von
allen Seiten beobachtet werden kann, so weit dies
nach dem früher Gesagten möglich ist.

Zusammengesetzte Kessel mit Sieberöhren, Flammenröhren u. s. w. werden allerdings am besten im zusammengesetzten Zustande probirt; da dies aber zuweilen viele Umstände verursachen kann, indem die Kessel behufs des Transportes wieder zerlegt werden müssen, so ist es nachgelassen, nöthigenfalls die einzelnen Theile solcher Kessel am Erzeugungsorte getrennt zu probiren. Dieser Umstand ist jedoch im Protocolle über die Probe ausdrücklich zu erwähnen.

Gut ist es ferner, wenn zur Zeit der Probe der Kessel bereits mit seinen Sicherheitsventilen versehen ist, Hebel und Gewichte vorgerichtet sind.

Sind die für den Kessel bestimmten Sicherheitsventile noch nicht fertig, so wird die Regulirung der Ventile, Gewichte und Hebel durch Rechnung vorgenommen und bei der ersten vollständigen Localrevision verificirt.

Die bei der Probe zu benutzende Druckpumpe muß mit einem den allgemeinen Vorschriften der Verordnung über Sicherheitsventile entsprechenden, möglichst vollkommen gearbeiteten Ventile versehen und so eingerichtet sein, daß sie sich mit einem Manometer in Verbindung setzen läßt.

Jeder der technischen Beamten wird mit einer solchen Druckpumpe versehen werden und hat dieselben zu allen Proben mitzubringen, es sei denn, daß der Inhaber des Kessels eine solche besitze, von welcher der technische Beamte bestimmt weiß, daß sie allen Anforderungen entspricht.

Jede Kesselprobe beginnt (so weit diese Maße nicht schon bekannt sind) damit, daß der technische Beamte den lichten Durchmesser der cylindrischen Kessel und Kesseltheile genau mißt; darauf wird sowohl am Hauptkessel, als an den einzelnen Theilen die Blechstärke gemessen, und zwar theils an den Rändern der übereinander liegenden Bleche mit Rück-

icht auf die an dieſen Rändern Statt findende kleine Verdünnung und die Schräge der Schnittflächen, heils an den Rändern der zur Aufnahme der Ventile, Röhren u. ſ. w. vorhandenen Löcher. Dabei ſt zugleich auf die Beſchaffenheit der Nietung, die gehörige Verſtemmung der Keſſelbleche an den Wechſeln der Blechplatten und auf alle die Kennzeichen Rückſicht zu nehmen, aus denen ſich auf die Qualität des zum Keſſel verwendeten Bleches ſchließen läßt.

Sind bereits in der vorläufigen gutachtlichen Prüfung der ganzen Anlage die Wandſtärken mit Rückſicht auf die projectirte Dampfſpannung beſtimmt worden, ſo genügt es, ſich davon zu überzeugen, ob Durchmeſſer und Wandſtärke mit dem approbirten Plane ſtimmen (unter Berückſichtigung der weiter unten folgenden Bemerkung über die zuläſſige höchſte Differenz zwiſchen oberer und unterer Wandſtärke) und die Probe wird dann auf die projectirte Dampfſpannung angeſtellt. Sind aber, wie dies in Keſſelfabriken häufig vorkommen wird, die zu probirenden Keſſel noch in keiner Beziehung zu einer bereits approbirten Anlage, ſo iſt nun, nach den gefundenen Wandſtärken und Durchmeſſern der für die zu probirenden Keſſel und Keſſeltheile zuläſſige höchſte Druck erſt durch Rechnung zu finden; es iſt dann nach der in §. 10 der Inſtruction angegebenen Formel

für Metermaße $n = 1 + \frac{e - 3}{1{,}8\,d}$ oder $1 + \frac{5}{9}\,\frac{e - 3}{d}$

für ſächſiſches Maß

$$n = + \frac{e - 1{,}5}{0{,}258\,d} \text{ oder } 1 + 3{,}88\,\frac{e - 1{,}5}{d}$$

wobei immer e in Millimetern oder ſächſiſchen Linien, d in Metern oder ſächſiſchen Fußen gegeben wird. Findet ſich hierbei, daß n für die die einzelnen

Theile eines zusammengesetzten Kessels anders ausfällt, als für den Hauptkessel, so ist der niedrigste Werth für n zu Grunde zu legen.

Da ferner ohne Nachtheil die oberen, d. h., stets oberhalb der mit der Feuerung in Berührung kommenden Stellen liegenden Kesseltheile eine nur etwas geringere Wandstärke haben können, als die unteren, so ist für die Rechnung, so weit thunlich, die Wandstärke der untern Hälfte zu benutzen; doch kann in keinem Falle eine größere Abweichung der Wandstärke des obern Theils für passirlich geachtet werden, als um höchstens $\frac{1}{8}$, so daß also jedenfalls die obere Wandstärke mindestens $\frac{7}{8}$ der untern betragen muß.

Nach diesem Werthe von n und der nach §. 11 der Instruction aus den Dimensionen des Kessels zu berechnenden Heizfläche wird nun in den Fällen, wo die Sicherheitsventile bereits angebracht sind, der kleinste Durchmesser des Verbindungsweges, in Gemäßheit §. 11 der Instruction, nachgemessen und dabei auch die Breite der Verschlußfläche geprüft. Hierauf wird nun der Kessel (oder die zu probirenden Theile) mit Wasser gefüllt, alle Oeffnungen (und Ventile) bis auf die mit der Druckpumpe und die mit dem Manometer (wenn man die Probe mit dem eigenen Manometer des Kessels anstellt) communicirenden dicht geschlossen, durch Versuche die Ueberzeugung von der gehörigen Dichtigkeit der Verschlüsse und Verbindungen gewonnen, und dann rasch Wasser in den Kessel oder Kesseltheil gepumpt, bis das am Kessel oder (wenn der Kessel noch kein Manometer hat, oder bei'm Probiren einzelner Theile) das an der Druckpumpe angebrachte Manometer einen Stand erreicht und während einiger Minuten festhält, der einer Spannung entspricht von $n + 2$, wenn n weniger als 2 oder 2, von $n + 3$, wenn n mehr als 2 und

bis mit 4, von n + 4, wenn n über 4 ist; bei Locomotiven stets von n + 3. Für große Kessel mit ebenen Wänden, deren Spannung nicht über 1½ Atmosphäre betragen soll, genügt die Probe auf eine Spannung von 2½ Atmosphären.

Diese Art der Probe verdient stets den Vorzug; ist es jedoch aus irgend einem Grunde ganz unthunlich, die Probe mit dem Manometer anzustellen, so kann man auch, unter Schließung aller übrigen Oeffnungen, das eine Sicherheitsventil des Kessels, oder wo ein solches noch nicht vorhanden oder noch nicht der Verordnung gemäß beschaffen ist, das Ventil an der Druckpumpe unter Berücksichtigung der Dimensionen der Druckfläche desselben und der Verhältnisse der Hebelarme des Belastungshebels mit einer Belastung versehen, welche dem nach der Verordnung anzuwendenden Probedrucke entspricht; die directe Ventilbelastung in Zollpfunden ist aber, wenn v den Durchmesser der Druckfläche des bei der Probe dienenden Ventils in sächsischen Linien bezeichnet
wenn n weniger als 2 oder 2 ist $= 0{,}064\ (n + 1)\ v^2$,
wenn n mehr als 2 bis mit $4 = 0{,}064\ (n + 2)\ v^2$,
wenn n über $4 = 0{,}064\ (n + 3)\ v^2$,
bei Locomotivkesseln stets $= 0{,}064\ (n + 2)\ v^2$.

Für große Kessel mit ebenen Wänden, deren Spannung 1½ Atmosphäre nicht übersteigt, genügt eine Belastung $= 0{,}065 \cdot 1\frac{1}{2} \cdot v^2$.

Diese Größen sind bei Hebelbelastung durch das Verhältniß der Hebelarme zu dividiren.

Bei Locomotivkesselproben wird in der Regel diese letztere Art der Probe anzuwenden, damit aber wo möglich die Prüfung der Federwaage nach §. 11 der Instruction zu verbinden sein.

Bei dieser zweiten Art der Probe wird so lange Wasser in den Kessel gepumpt, bis das Wasser rings am Umfange des ganzen Ventils gleichförmig her-

vordringt; einzelne dünne Wasserstrahlen entscheiden nichts, da sie von mangelhaftem Ventilverschlusse herrühren können.

Man überzeugt sich nun, ob an irgend einer Stelle des Kessels oder Kesseltheils unter diesem Drucke ein Entweichen von Wasser oder gar eine Gestaltsveränderung zu bemerken ist. Eine Gestaltsveränderung macht den Kessel stets untauglich. Dagegen ist von einem eigentlichen Entweichen des Wassers durch Spalten wohl das Erscheinen einzelner Wassertröpfchen an den Puncturen der Bleche oder selbst in der Mitte der Blechtafeln zu unterscheiden; letzteres kommt sehr oft vor, läßt sich durch einige Hammerschläge in der Regel beseitigen und ist kein Grund zur Verwerfung des Kessels.

In Bezug auf Kessel mit ebenen Wänden ist §. 10 der Instruction zu beachten. Ist der Kessel bereits mit seinen Sicherheitsventilen versehen, so überzeugt man sich nach gelungener Hauptprobe durch einen zweiten Versuch, bei welchem die Sicherheitsventile gangbar und mit derjenigen Belastung versehen sind, welche der höchsten zulässigen Spannung und dem Durchmesser der Druckfläche des nach Tabelle **III.** entspricht, von der Güte der Ventile, indem, wenn man Wasser einpumpt, bis das Manometer ein Wenig über den höchsten zulässigen Standpunct steigt, beide Ventile sich so öffnen müssen, daß das Wasser rings am Umfange gleichmäßig austritt. Früheres Austreten des Wassers in einzelnen Strahlen deutet mangelhaften Ventilverschluß an, der verbessert werden muß. Mangelhafte Beschaffenheit der Sicherheitsventile hindert zwar nicht die Stempelung des Kessels, wenn dieser sich bewährt hat, aber die Stempelung der Gewichte und Hebel für die Sicherheitsventile, welche dann erst bei der ersten Localre-

vision, bis zu welcher die Mängel abzuändern sind, geschehen kann.

Haben Kessel und Kesseltheile die Probe ausgehalten, so kann der Kessel gestempelt werden, und zwar soll dies selbst dann geschehen, wenn auch die Construction des Kessels in Bezug auf mangelhafte Verbindung der einzelnen Theile (z. B. durch sogenannte Eisenkitte), Dimensionen der Verbindungsstücke (z. B. zu enge Verbindungsröhren zwischen Siederöhren und Kessel), Möglichkeit der Entfernung des Kesselsteins, — unrichtiges Verhältniß zwischen Wasser- und Dampfraum u. s. w. mangelhaft erscheinen mag. Der technische Beamte hat zwar den Kessel — soweit dies nicht schon bei vorläufiger Prüfung eines Anlageprojects geschehen sein sollte — auch in allen diesen Beziehungen zu prüfen und seine Ausstellungen dem Besitzer mitzutheilen, auch im Protocolle zu bemerken, aber die Stempelung nichtsdestoweniger vorzunehmen.

Die Bezeichnung der Kessel besteht darin, daß auf eine vom Besitzer des Kessels oder Fabricanten dazu vorbereitete und mittelst Schrauben mit versenkten Köpfen vorher schon an einem nach der Einmauerung sichtbar bleibenden Theile des Kessels befestigte Messingplatte, welche die Worte:

Probirt

auf ... Atmosphären Spannung

gravirt enthält, die Zahl der Atmosphären und die fortlaufende Nummer der Probe mit Stanzen aufgeschlagen und dann diese Platte wenigstens an zwei Stellen, so daß 2 Schraubenköpfe durch die Stempelung mit bedeckt werden, mit dem Stempel des technischen Beamten gezeichnet wird.

Die Stelle, wo die Platte befindlich ist, soll immer sichtbar sein; wenn daher ein Kessel ganz

übermauert wird, so ist sie an einer solchen Stelle der obern Kesselwand anzubringen, welche ohne Schaden unbedeckt gelassen werden kann und dann auch unbedeckt zu lassen ist.

Sind die Sicherheitsventile für den Kessel bereits vorhanden, so werden nach Anleitung des §. 11 der Instruction zugleich die Gewichte und die Hebellängen verificirt und sowohl erstere als letztere, und zwar letztere zweimal (am Drehungspuncte und am Endpuncte), mit dem Stempel des technischen Beamten versehen, nachdem auf erster die Zahl der Zollpfunde, auf letzter aber die Längen der Hebelarme in sächsischen Zollen und Linien aufgeschlagen worden sind. In jedem Falle sind aber wenigstens für die betreffenden Kessel die Verhältnisse der Sicherheitsventile nach Inhalt der Verordnung zu bestimmen und in das Protocoll aufzunehmen.

Ueber jede Kesselprobe, und zwar bei Proben mehrer Kessel hintereinander, für jeden Kessel besonders, wird vom technischen Beamten ein Protocoll nach dem dazu vorhandenen Schema in duplo ausgefüllt, von der Polizeibehörde, dem technischen Beamten und dem Besitzer oder Erzeuger des Kessels unterschrieben; das eine Exemplar wird zu den Acten der Polizeibehörde genommen und auf Verlangen eine beglaubigte Abschrift davon dem Besitzer oder Erzeuger zugestellt (Kesselfabricanten haben bei Verkauf eines Kessels eine solche Abschrift dem Käufer als Legitimation über die geschehene Probe auszuantworten), das andere aber von dem technischen Beamten seinem Berichte an die Kreisdirection nach §. 2 der Instruction beigefügt.

Bei Wiederholung von Kesselproben ist, wenn sie das Resultat der letzten Probe bestätigen, nur die neue Nummer der Probe neben die vorige auf die

Kupferplatte zu bringen, im Uebrigen aber wie oben zu verfahren.

Zu §. 7 der Verordnung.

§. 17. Bei den nach §. 7 der Verordnung vorgeschriebenen ersten Localrevisionen, welche stets von der Polizeibehörde zu veranlassen und zu leiten sind, wird man sich zuvörderst zu überzeugen haben, ob bei'm Transport des Kessels und der Aufstellung etwa solche Beschädigungen am Kessel oder seinen Verbindungsstellen vorgekommen sind, welche einen Zweifel an fortdauernd hinreichender Widerstandsfähigkeit rechtfertigen. Dann ist vor allen Dingen die Kesselprobe zu wiederholen, und sollte das hierzu Erforderliche nicht sofort herbeizuschaffen sein, im Einverständnisse mit der Polizeibehörde ein anderweiter Termin für die Revision anzuberaumen.

Eine solche Wiederholung der Kesselprobe kann namentlich bei Kesseln nöthig werden, die in einzelnen Theilen probirt sind, und welche aus irgend einem Grunde seit der ersten Probe wieder demontirt und zusammengesetzt, an einen andern Ort übertragen worden u. s. w.

Es wird daher im eigenen Interesse der Kesselbesitzer liegen, wenn sie in den Fällen, wo Beschädigungen oder Veränderungen der erwähnten Art vorgekommen sind, solches gleich mit anzeigen und, dafern auf vorläufige Anfrage der technische Beamte eine Wiederholung der Kesselprobe nicht sofort für unnöthig erklärt, das Erforderliche für eine solche Probe gleich bei der ersten Revision vorrichten. Ueber diese Probe gilt das §. 16 der Instruction Gesagte, soweit es auf bereits eingemauerte Kessel noch anwendbar erscheint.

Ferner sind bei dieser ersten Revision, soweit dies nicht bereits geschehen, die Ausmessungen und Stempelungen an Sicherheitsventilen, Gewichten und Hebeln vorzunehmen, im Uebrigen aber die ganze Anlage genau mit dem approbirten Plane unter Berücksichtigung der §. 5 bis 15 der Instruction gegebenen Erläuterungen zu vergleichen. Bei diesen Revisionen ist das, was §. 3 der Verordnung über die Berücksichtigung der praktisch erreichbaren Genauigkeit der vorgeschriebenen Maße gesagt wurde, im Auge zu behalten und das Interesse der öffentlichen Sicherheit möglichst mit dem Interesse der Besitzer zu vereinigen.

Besondere Sorgfalt ist, nächst den Sicherheitsventilen, der Prüfung der an den Federwagen der Locomotiven, der Manometer, Thermometer u. s. w. angebrachten Scalen nach §. 13 der Instruction zu widmen.

Soweit besondere Einwendungen Dritter gegen die Beschaffenheit der Anlage aus localen Gründen nicht bei der schriftlichen Begutachtung zur Erörterung und Erledigung gekommen sind, werden sie bis jetzt mit zu berücksichtigen sein. Ergeben sich dabei Ausstellungen, welche im Sinne der Verordnung eine Abänderung erheischen, so hat der technische Beamte die Art der Abänderung bestimmt anzugeben und in das Protocoll aufnehmen zu lassen.

Die Protocolle über diese Revision werden durch Ausfüllung des dazu vorhandenen Schemas ebenfalls in duplo hergestellt, unterzeichnet und ein Exemplar zu den Acten der Polizeibehörde gegeben, das andere dem Berichte an die Kreisdirection nach §. 2 der Instruction beigefügt.

Zu §. 8 der Verordnung.

§. 18. Sind Anstände vorhanden, so hat sich der technische Beamte darüber bestimmt zu erklären, ob eine bloße nochmalige Revision durch den deshalb mit den erforderlichen Erläuterungen zu versehenen Polizeibeamten genügen wird, um die geschehene Abhülfe zu constatiren, oder nicht. Im letztern Falle ist die Nachrevision vom technischen Beamten mittelst Erklärung zum Protocolle zu fordern und nach erstatteter Anzeige der geschehenen Abhülfe auf Anforderung der Polizeibehörde schleunigst auszuführen, worauf dann die Ertheilung des Certificats folgt. Im ersten Falle kann der technische Beamte das Certificat vorläufig unterzeichnen und es ist nur, unter Verantwortlichkeit der Polizeibehörde, die Unterschrift der letztern und Auslieferung des Certificats bis nach geschehener Abhülfe zu verschieben.

Zu §. 9 der Verordnung.

§. 19. Auch bei den nach §. 9 jährlich wiederkehrenden Revisionen sind alle einzelnen Puncte nach Maßgabe §. 8 der Verordnung und §. 6 bis 15 der Instruction in's Auge zu fassen, versteht sich mit vorzugsweiser Berücksichtigung dessen, woran eine absichtliche Aenderung oder irgend eine Nachlässigkeit, eine bedeutendere Abnutzung am ersten zu erwarten ist. Namentlich also sind Belastungen und Hebellängen der Sicherheitsventile genau zu revidiren und dabei aufmerksam auf jede Spur zu achten, aus der sich entnehmen läßt, ob eine Mehrbelastung, Festkeilung oder sonstige Erschwerung des Spiels der Ventile Statt gefunden habe; Wasserzeiger, Manometer, Speiseapparate sind auf ihre fortdauernde B' und regelmäßige Function zu prüfen. D

allemal die Ergebnisse der letzten mit dem betreffenden Kessel vorgenommenen Revision zu berücksichtigen. Ferner ist darauf zu sehen, daß das Certificat im Kesselhause aushänge und die §. 15 der Verordnung erwähnte Anweisung des Heizers vorhanden sei. Regelmäßige Wiederholung der Kesselprobe findet nur bei Locomotiven nach §. 9 der Verordnung Statt. Dagegen wird sich der technische Beamte bei jedem Kessel, besonders aber da, wo Beschaffenheit des Brennmaterials, Unreinheit des Speisewassers oder andere von der Probe her und sonst bekannte Umstände eine raschere Abnutzung vermuthen lassen, so viel als möglich von der geschehenen Abnutzung zu überzeugen suchen und, wenn ihm in Folge dieser Ueberzeugung ein Bedenken gegen die fortdauernde Sicherheit beigeht, regelmäßig aber auch ohne ein solches, wenn ein Kessel während 3 Jahren nicht vom technischen Beamten innerlich untersucht worden ist, die Kaltlegung des Kessels verlangen, um denselben auch von innen zu untersuchen und, da nöthig, nochmals probiren zu können. Diese wiederholten Kesselproben erfordern keine besondern Protocolle, sondern werden in das Revisionsprotocoll mit aufgenommen. Sonst gilt für diese Revisionsprotocolle ebenfalls das Schema für erste Revisionen, die Unterzeichnung geschieht aber nur durch den technischen Beamten. Ausstellungen sind in gleicher Weise, wie bei der ersten Revision, nebst der nothwendigen Abänderung zu bemerken, zugleich aber unter Berücksichtigung der praktischen Ausführbarkeit die Zeit anzugeben, innerhalb welcher dem Uebelstande abzuhelfen ist. Ist die Polizeibehörde bei der Revision nicht zugegen gewesen, so wird ihr vom technischen Beamten das eine Exemplar des Protocolls zugefertigt und dabei zugleich bemerkt, ob eine Nachrevision von Seiten des technischen Beamten nöthig scheine, oder nicht. Er-

scheinen, dem technischen Beamten vorhandene Mängel von solcher Bedeutung, daß sie wirklich Gefahr drohen, so hat er, ohne weitere Einwendungen seinerseits zu beachten, dem Besitzer des Kessels das Certificat abzunehmen, sammt dem Protocolle der Polizeibehörde einzusenden und diese davon in Kenntniß zu setzen, daß er bis nach geschehener Beseitigung der Uebelstände die Außerbetriebsetzung des Kessels für nöthig erachte.

Zu §. 10 der Verordnung.

§. 20. Die zur Zeit der Erlassung der Verordnung bereits vorhandenen Dampfkesselanlagen sind von dem technischen Beamten des betreffenden Bezirks innerhalb des nächsten Halbjahres sämmtlich zu besuchen. Von diesen Revisionen ist zuvörderst, was die Aufstellung des Kessels anlangt, von den sub a bis g §. 8 der Verordnung geforderten Bedingungen insofern abzusehen, als man nicht fordern kann, daß diesen Bedingungen ohne Weiteres nachgekommen werde. Nichtsdestoweniger ist das Ergebniß der Revision sammt den dazu gehörigen Bemerkungen in's Protocoll aufzunehmen und dabei anzugeben, inwieweit wenigstens ohne große Kosten man sich den gesetzlichen Anforderungen nähern könne und dabei die besonders dringlichen Puncte hervorzuheben. Die Polizeibehörde hat über solche Fälle der Kreisdirection Bericht zu erstatten, welche dann ermessen wird, wieweit die Besitzer zu Abänderungen angehalten werden sollen. Der technische Beamte hat ferner die Besitzer auf alle Mängel der Anlage und namentlich auf solche aufmerksam zu machen, welche bei Gelegenheit bevorstehender Reparaturen am leichtesten im Sinne der Verordnung abgeändert werden können.

Was den Kessel anlangt, so hat sich der technische Beamte durch alle zu Gebote stehende Mittel von der Stärke der Wandungen und den Dimensionen des Kessels und seiner Theile zu überzeugen und wenn ihm dabei kein Bedenken beigeht, aus der berechneten Feuerfläche und der nach §. 16 der Instruction berechneten zulässigen Dampfspannung die Dimensionen der Sicherheitsventile, die Breite der Verschlußflächen, die Gewichte und Hebellängen zu berechnen. Stimmen die vorhandenen Sicherheitsventile in Construction und Belastung mit den Vorschriften der Verordnung überein, sind die Wasserstandszeiger, Manometer und Speiseapparate in der erforderlichen Weise vorhanden, so kann dann für die betreffenden Kessel das Certificat nach §. 8 der Verordnung ausgestellt werden. Im Gegentheil sind in das Protocoll alle noch zu erfüllenden Erfordernisse in Bezug auf diese Puncte aufzunehmen und der Besitzer anzuhalten, vor Ablauf des nächsten Jahres nach Erlaß der Verordnung den Bedingungen zu genügen. Das Certificat wird dann erst bei der nächsten Revision ausgehändigt, wenn sich dann die Uebereinstimmung der Anlage mit den Forderungen der Verordnung ergiebt. Hält es der technische Beamte für bedenklich, den Kessel ohne Probe zuzulassen, so ist der Kessel kalt zu legen und sobald als möglich der Kesselprobe nach Vorschrift von §. 16 der Instruction zu unterwerfen, von deren Ergebniß dann die Ertheilung des Certificats abhängt.

Zu §. 12 der Verordnung.

§. 21. Seine Reisekosten hat der technische Beamte stets zum Ministerium des Innern zu liquidiren; Auslösungen nur, soweit sie die jährlichen wiederkehrenden Revisionen und unverschuldeten Nachre-

visionen betreffen. Dagegen sind die Auslösungen, welche durch Kesselproben, erste Revisionen, verschuldete Nachrevisionen veranlaßt sind, im letztern Falle auch die Reisekosten, ferner für jede gutachtliche Beurtheilung einer neuen Anlage 5 Thaler — —, für jede Kesselprobe 2 Thaler — —, für jedes Protocoll über erste Revision einer neuen Anlage und Ertheilung des Certificats ebenfalls 2 Thaler — — der betreffenden Polizeibehörde zu liquidiren, welche sie verlagsweise zu bestreiten und dann sammt den Gerichtskosten von den Betheiligten einzuziehen hat.

Zu §. 18 der Verordnung.

§. 22. Wenn sich bei den Revisionen Abweichungen ergeben, so soll der technische Beamte nicht verfehlen, sich zum Protocolle zugleich darüber auszusprechen, ob nach den gemachten Beobachtungen Grund zu der Annahme einer absichtlichen Contravention, welche nach §. 18 der Verordnung zu bestrafen sein würde, vorliegt. Er hat sich aber dabei alles weitern Eingehens zu enthalten, da die Handhabung der Strafbestimmungen den Polizeibehörden obliegt.

Sollte der technische Beamte Grund zu der Annahme haben, daß sich Polizeibehörden in Handhabung dieser Bestimmungen nachlässig erweisen, so ist dies im Berichte an die Kreisdirection anzuzeigen.

Zu §. 14 der Verordnung.

§. 23. Darüber, was der technische Beamte bei der auf Anzeige einer Statt gefundenen Explosion zu haltenden Revision zu beobachten hat, läßt sich nichts im Allgemeinen vorschreiben. Alle Umstände sind so speciell als möglich und namentlich in Beziehung etwa Statt gefundener Verschuldung zu erörtern und

dem darüber an die Kreisdirection zu erstattenden besondern Berichte alle Bemerkungen beizufügen, die für technische Beurtheilung solcher Fälle und besonders auch für etwaige Abänderung und Vervollständigung der über polizeiliche Beaufsichtigung der Dampfkessel vorhandenen Bestimmungen von Wichtigkeit sein könnten.

Tabelle [illegible]. A

Durchmesser d. Druck[illegible] Bandes in Millimetern	[illegible]
10	0,33
15	0,50
20	0,67
25	0,83
30	1,00
32	1,07
34	1,13
36	1,20
38	1,27
40	1,33
42	1,40
44	1,47
46	1,53
48	1,60
50	1,67
52	1,73
54	1,80
56	1,87
58	1,93
60	2,00
und darüber	

Tabelle [illegible]. B

[illegible]	[illegible]
4	0,13
6	0,20
8	0,27
10	0,32
12	0,40
14	0,47
15	0,50
16	0,53
17	0,57
18	0,60
19	0,63
1[illegible]	0,67
1[illegible]	0,70
12	0,73
1[illegible]	0,77
14	0,80
15	0,83
16	0,87
17	0,90
18	0,93
19	0,97
20	1,00
und darüber	

△ a. Allgemeine Verhaltungsregeln für Heizer und Maschinisten.

1) Ein Heizer oder Maschinist muß ein durchaus nüchterner, ordentlicher, aufmerksamer, mit seinem Geschäfte wohlvertrauter Mann sein, denn er ist für allen Schaden und alles Unheil verantwortlich, welche aus einem Fehler entstehen, den er hätte vermeiden können und sollen. Kommen ihm daher Unordnungen und Unregelmäßigkeiten an dem Dampfkessel und seinen Nebentheilen vor, denen er nicht selbst entsprechend abzuhelfen im Stande ist, so hat er den Besitzer des Dampfkessels oder dirigirenden Mechaniker sofort in Kenntniß zu setzen.

2) Das Feuer ist gleichmäßig zu unterhalten. Zu rasches Steigern der Hitze oder Abkühlung erzeugen Risse und Beschädigungen des Kessels. Namentlich ist bei'm Anfeuern die Hitze nur allmählich zu steigern und, wenn das Feuer gehörig im Gange ist, das Brennmaterial in regelmäßigen Zwischenräumen und möglichst gleichen Mengen auf den Rost zu bringen. — Soll die Dampfentwickelung unterbrochen werden, so ist zuerst der Schieber der Esse zu schließen und dann die Feuerungsthür zu öffnen. Dauert die Unterbrechung länger, so ist auch das Brennmaterial vom Roste zu entfernen. Fährt auch dann noch die Dampfspannung fort zu wachsen, so ist eines der Sicherheitsventile etwas zu heben und so lange gehoben zu halten, bis in Folge der Dampfausströmung der Manometerstand unter den gewöhnlichen herabgesunken ist. — Gegen das Ende der Arbeitszeit werden die aufzugebenden Brennmaterialsmengen so weit vermindert, daß eben nur die nöthige Spannung erhalten wird. Bei'm Schlusse der Arbeit wird der Rost, das Brennmaterial auf dem Ro-

sie mit Asche bedeckt, der Schieber der Esse geschlossen und ebenso die Feuerungsthür. Sollte noch zu viel Brennmaterial auf dem Roste sein, so wird ein Theil entfernt. In keinem Falle darf der Heizer das Kesselhaus eher verlassen, als bis er sich überzeugt hat, daß das Manometer zu sinken fortfährt.

Bei'm Anfeuern wird zuerst der Schieber der Esse geöffnet, dann die Feuerungsthür, hierauf die Aschendecke vom Feuer weggezogen und frisches Brennmaterial aufgegeben."

3) Uebermäßige Steigerung der Verbrennung auf dem Heerde, um die Dampfentwickelung über das eigentliche für den Kessel bestimmte Maß zu erhöhen, erzeugt zu rasche Abnutzung des dem Feuer ausgesetzten Kesseltheils, welcher Blasen bekommt und sich abblättert. Ein solcher Zustand des Kessels ist gefahrdrohend und darf vom Heizer nicht vernachlässigt oder verheimlicht werden.

4) Mit sauren oder solchen Wässern, die Substanzen enthalten, welche das Eisen angreifen, darf ein Kessel nicht ohne Anwendung von Mitteln, welche die üblen Eigenschaften des Speisewassers aufheben, gespeis't werden.

5) Selbst das reinste Speisewasser bildet bei'm Verdampfen einen erdigen Absatz, welcher, besonders wenn das Wasser Kalksalze enthält, sich in einen den Kesselwänden, besonders am tiefsten Theile des Kessels festanhängenden Stein verwandelt, der die Mittheilung der Wärme an das Wasser erschwert, die Consumtion an Brennmaterial vergrößert und die Abnutzung der Kesselwand beschleunigt. Man muß daher den Kessel von Zeit zu Zeit sorgfältig reinigen, damit der Kesselstein nicht überhand nehme, sich aber dabei hüten, irgend ein Werkzeug, einen Lappen u. s. w. im Kessel zurückzulassen, da solche Körper die Ausscheidung des Kesselsteins befördern. Sollte der

Heizer bemerken, daß sich der Kessel wegen seiner Form nur unvollständig reinigen läßt, so hat er dem Eigenthümer dieses bemerklich zu machen. — Bei kalkhaltigen Wässern ist ferner die Anwendung eines der bekannten, die Absetzung des Kesselsteins verzögernden Mittel, z. B. das Einhängen eines mit gepülvertem Campecheholze gefüllten Säckchens in den Kessel u. s. w., nicht zu unterlassen.

6) Beobachtet der Heizer, daß zwischen einem aufgeschraubten Deckel und dem Rande Wasser entweicht, so soll er nicht während des Betriebes die Schrauben anziehen, weil dadurch leicht das Springen der Deckplatte bewirkt und Unglück verursacht wird. Erst nach Aufhören der Arbeit dürfen die Schrauben angezogen werden.

7) Zweck der Sicherheitsventile ist, das Ansteigen der Dampfspannung auf einen der Festigkeit des Kessels gefährlichen Grad zu verhindern; also ist es höchst gefährlich das Gewicht des Sicherheitsventils zu vermehren, den Hebelarm zu verlängern, oder gar durch Verkittung, Festkeilung u. s. w. das Spiel des Ventils zu hindern. — Jedes Sicherheitsventil ist, um es im Gange zu erhalten, täglich wenigstens 2 Mal, einige Zeit lang weit genug zu öffnen, daß der angegebene Zweck erreicht wird. — Zuweilen kommt es vor, daß ein Ventil, nachdem es geöffnet worden, nicht wieder ganz schließen will und selbst unter der normalen Spannung Dampf entweichen läßt; genügt es dann nicht, wenn man kurze Zeit die Hand auf das Ventil legt, um es zu schließen, so ist dieses Dampfentweichen ein Zeichen, daß das Ventil gereinigt und abgedreht werden muß. Durch Ueberlastung darf man sich durchaus nicht helfen.

8) Das Manometer ist der wahre Führer des Heizers. Es steht durch ein Rohr, in welchem ein Hahn angebracht ist, mit dem Dampfraume des Kes-

fels im [illegible] [illegible] gut [illegible] Hohn zu [illegible] nach [illegible] weil [illegible] nachdem der Druck [illegible] ist, als [illegible] Instrumente [illegible]

9) Der [illegible] beobachten, [illegible] gen; — [illegible] röhren [illegible] sind, und daß die [illegible] standsgläser [illegible] die [illegible] gabe der [illegible] halb am [illegible] gleicht, hat der Heizer [illegible] gestehen, daß das [illegible] möglich [illegible] Kessel einen [illegible] ist der Heizer [illegible] merksamkeit auf [illegible] Unordnungen in der [illegible] bemerkt werden, [illegible] ohne Weiteres [illegible] — Sollte es dem Heizer [illegible] nen, daß der Wasserspiegel [illegible] der Schieber der Esse zu schließen, [illegible] zu öffnen und das Feuer zu [illegible] die Thätigkeit der Speisepumpe und [illegible] niveau hergestellt ist. Ein [illegible] der [illegible] ventile in diesem Falle ist [illegible]

Ist ein Bleiniet im Kessel vorhanden, welches schmilzt, sobald die Stelle, an welcher es sitzt, innerlich einige Zeit von Wasser entblößt bleibt, so ist

dieses theils dazu da, in solchen Fällen den Dampf entweichen zu lassen und Unglück zu verhüten, theils als Controle für den Heizer, da ein Schmelzen des Bleinlets und die dadurch herbeigeführte Unterbrechung des Dienstes stets Folge einer Verschuldung des Heizers sind. Einem aufmerksamen Heizer sollte es nie begegnen.

Wo ein Lärmschwimmer vorhanden ist, um ein zu tiefes Sinken des Wasserstandes anzuzeigen, giebt dieser dem Heizer ein Zeichen, das Erforderliche zu besorgen; aber er soll ihn keineswegs eigner Aufmerksamkeit entheben. Es ist daher ein Zeichen eines schlechten, unachtsamen Heizers, wenn sich die Lärmpfeife oft hören läßt; jedenfalls muß aber der Lärmschwimmer in gutem Stande erhalten werden.

10) Der Heizer hat dafür zu sorgen, daß das Kesselhaus frei von Dingen bleibe, welche die Arbeit hindern und die Gefahr einer Explosion vermehren können. Das Kesselhaus ist während der Feierstunden geschlossen zu halten und darf den Arbeitern nicht als Durchgang oder gar als Aufenthalt dienen.

△ b. Anweisung für Maschinisten auf Dampfbooten.

1) Ein Maschinist muß durchaus nüchtern, aufmerksam und frei von jedem Fehler sein, welcher seine Aufmerksamkeit auf die Sicherheit des Schiffes und der Passagiere beeinträchtigen könnte; er muß fähig sein, und ist verpflichtet, die vom Capitän befohlenen Manöver auszuführen, für den guten Zustand und die richtige Behandlung der Maschine zu sorgen.

2) Nach jeder Reise hat der Maschinist alle Details der Maschine und des Kessels sorgfältig zu untersuchen, so oft als nöthig den Kessel zu entleeren und von gebildeten Ansätzen zu reinigen, sich zu

überzeugen, ob Sicherheitsventile, Manometer, Wasserstandszeiger, Speisepumpen in gutem Zustande sind, die Maschine zu putzen, Schieber, Ventile und Kolben zu revidiren, die Stopfbüchsen zu repariren und anzuziehen, und dafür zu sorgen, daß alles, was etwa in Unordnung gerathen oder verdorben war, wieder in Stand gesetzt werde.

Sollte der Kessel wegen seiner Form eine vollständige Reinigung nicht zulassen, so ist der Eigenthümer des Schiffes darauf aufmerksam zu machen.

3) Der Maschinist hat sich zeitig genug vor der Abfahrt an Bord zu begeben, um die Anfeuerung des Kessels selbst leiten zu können; er hat dafür zu sorgen, daß der Kessel vorher bis zur Wasserstandslinie mit Wasser gefüllt ist, und nochmals nach Ventilen, Manometern und Wasserstandszeigern zu sehen, namentlich auch durch Oeffnung der Ventile von der Gangbarkeit sich zu überzeugen.

4) Bei der Abfahrt hat der Maschinist die Maschine selbst nach den Ordres des Capitains so lange zu leiten, bis das Schiff in vollem Fahrwasser und gewöhnlichem Laufe ist.

5) Auch während der Fahrt hat der Maschinist, auch wenn er die Maschine nicht selbst führt, den Maschinenraum nur auf ganz kurze Zeit zu verlassen und die Heizer und Gehülfen stets zu überwachen. Sobald das Schiff anhält, um Passagiere aufzunehmen oder abzugeben, übernimmt er die Führung selbst.

6) Fährt das Schiff auf eine Sandbank, so ist die Maschine mit der größten Vorsicht und unter strenger Vermeidung einer Ueberlastung der Ventile fortzuführen. Ein festgefahrenes Schiff kann und darf nicht durch die Maschine flott gemacht werden; die Mannschaft muß mit Stangen nachhelfen, oder man muß zu Zugpferden oder der Hülfe eines andern Dampfboots seine Zuflucht nehmen.

Während solcher Zeiten hat der Maschinist das Feuer zu vermindern, einen Theil des Dampfes herauszulassen, kurz, sich zu verhalten wie auf einer Station.

7) Ist die Maschine zu schwach, um gegen eine starke Strömung zu arbeiten, so darf durchaus nicht die Dampfspannung erhöht werden, um das Hinderniß zu überwinden, ebensowenig um ein andres Schiff auszustechen.

8) Der Maschinist hat oft auch nach den Wasserstandszeigern zu sehen. Ergiebt sich daraus eine so schiefe Lage des Schiffes, daß auf der einen Seite ein Theil der Heizfläche des Kessels von Wasser entblößt zu werden droht, so ist der Capitain zu benachrichtigen, damit durch Vertheilung der Last und der Passagiere der horizontale Stand des Schiffes wieder herbeigeführt werden könne.

9) Sollte zufällig der Wasserstand unter die angegebene Linie gesunken sein, so ist die Heizthür zu öffnen und kein neues Brennmaterial aufzugeben, bis der Normalwasserstand hergestellt ist, der Capitain aber hiervon zu benachrichtigen. Ein Aufheben der Sicherheitsventile in diesem Falle ist verboten.

10) Der Maschinist hat ein Journal zu halten, darin während der Fahrt von Stunde zu Stunde die Manometerhöhe, den Wasserstand und den Ort, wo sich das Schiff befindet, zu notiren und dieß nach Beendigung jeder Reise zu unterzeichnen, wodurch er sich für die Richtigkeit der Angaben verbürgt.

11) Bei'm Herannahen einer Station übernimmt der Maschinist selbst die Führung der Maschine; sobald sie aufhört zu arbeiten, werden die Heizthüren geöffnet und das Feuer vermindert; naht der Manometerstand seinem höchsten zulässigen Punkte, so wird ein Ventil geöffnet, bis der Manometer gesunken ist, und gleichzeitig wird die Kesselspeisung mit-

[illegible] auf jeden Dampfschiffe [illegible]
pumpe fortgesetzt, bis der Normalwasserstand [illegible]
ist; steht das Schiff schief, so ist der Capitain [illegible]
der Abänderung zu benachrichtigen. Vor der Abf[illegible]
von der Station wird das Ventil geschlossen, [illegible]
Feuer wieder [illegible] und die Heizthür gesch[illegible]
um die Maschine auf Befehl des Capitains [illegible]
in Gang setzen zu können. Der Maschinist [illegible]
die Leitung, bis das Schiff wieder im vollen [illegible]
wasser und gewöhnlichen Gang ist.

12) Bei der Ankunft übernimmt der Maschi[illegible]
die Leitung wieder und sorgt für das Auslöschen [illegible]
Feuer und Reinigung der Roste und darf den [illegible]
schinenraum nicht eher verlassen, bis keine Feuer[illegible]
fahr mehr vorhanden und Alles in der gehöri[illegible]
Ordnung ist.

